

Christian Pölzl

**Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines
energieautarken Mietshauses mit CO₂ neutralen Methoden**

eingereicht als

DIPLOMARBEIT

an der

**HOCHSCHULE MITTWEIDA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Jahrgang: W 06/08 WZ I
Wirtschaftsingenieurwesen

Luzern, 10.12.2011

Erstprüfer: Hr. Prof. Dr. rer. oec. Johannes N. Stelling
Zweitprüfer: Hr. Prof. Dr. Andreas Hollidt

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliographische Beschreibung:

Christian Pölzl:

Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines energieautarken Mietshauses mit CO₂ neutralen Methoden. 85 Seiten
Mittweida, Hochschule Mittweida, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen,
Diplomarbeit, 2011

Vorwort:

Im Bereich der Energiewirtschaft und Herstellung von Energie (besser gesagt Umwandlung) bewegt sich sehr viel in den letzten Jahren. Der Stein des Anstoßes waren Naturkatastrophen die wie bei einem Dominospiel einen Stein nach dem anderen umwarfen. In Zentraleuropa mit Ausnahme von Österreich wurden bzw. werden Atomkraftwerke in Frage gestellt, ist man im Verkehr an Konzepten mit reinen Elektroantrieben, erstellt man Wohnraum der mehr Energie produziert wie verbraucht, usw.

Die Europäische Union hat 2008 ein Programm lanciert, das 20-20-20 im Jahr 2020 heißt ^[10-0]. In diesem Programm geht es um eine Reduktion von Treibhausgasen um 20% auf der Basis von 2005, einem Anteil von Erneuerbaren Energien ebenfalls von 20% und einer gesteigerten Energieeffizienz von 20%. Dieses Programm schreibt allen Mitgliedsländern gewisse Reduktionen vor und wurde in mehreren Richtlinien in das Emissionsreduktionsprogramm aufgenommen.

Zu Punkt Energieverbrauch bzw. Reduktion habe ich mir Gedanken gemacht und mit der Familie beschlossen ein nachhaltiges, einzigartiges und zukunftssträchtiges Projekt umzusetzen. Die Idee dazu stammt von einem befreundeten Einzelunternehmen und gemeinsam hat man die eine oder andere Variante diskutiert. Im Großen und Ganzen blieben diese Gedanken eher vage und deshalb behandle ich in dieser Arbeit genau diese Ideen und verleihe ihnen mehr Kraft und ebenfalls konkrete Zahlen und Möglichkeiten.

Ein Mietshaus zu bauen ist keine außergewöhnliche Sache, doch einen extrem hohen Standard zu bauen und zukunftssträchtige Technologien dabei zu berücksichtigen, bedeutet etwas mehr Mut und muss genauer betrachtet werden.

Im Konkreten geht es hier um die Bewertung von Konzepten mit realen Zahlen und das Umsetzen einer 0%- CO₂- Politik im Hinblick auf die Zukunft unserer Heimat und unserer Kinder. Dem Klimawandel kann man gegenüberstehen wie man will, denn es gibt viele Experten, die ihnen die Sicht ihrer Seite sehr plausibel erklären können, doch mit diesem Projekt gehen wir einen Schritt weiter für die Beibehaltung unserer sauberen Umwelt.

Das „Umweltschonend“ nicht gleich teuer sein muss, sieht man erst, wenn man ein wenig in die Zukunft schaut und die Entwicklung von Preisen, Ressourcen, Verfügbarkeit und dergleichen ebenfalls berücksichtigt.

Heute noch nach altem Standard zu bauen, obwohl man weiß, dass fossile Brennstoffe wie Gas, Öl und Kohle nur mehr für eine Generation verfügbar sein werden, ein Spiel mit dem Feuer wäre. Es werden zwar noch immer neue Vorkommen von Rohstoffen entdeckt, jedoch steigen die Preise schon dementsprechend, dass man mit etwas Voraussicht und Verantwortungsbewusstsein eine einfache Wahlmöglichkeit hat.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
1 Einleitung	8
1.1 In Frage kommende, „CO ₂ -freie“ Heizungssysteme	9
1.2 In Frage kommende, „CO ₂ -freie“ Stromgewinnungsformen	15
1.2.1 EXKURS - Burgenland der Vorreiter	16
1.3 Allgemeine Betrachtung dieses Projektes	17
2 Projektgrösse und Marktabklärungen	20
2.1 Generellen Marktbedarf ermitteln	21
2.1.1 Kurze Vorstellung der C&P Consulting AG	21
2.1.2 Konzept der C&P – Marktforschung und Erfahrung	22
2.2 Bezug erstellen auf Gegebenheiten und Planung	23
2.3 Entscheidungsgrundlage für die Grösse und Umfang des Baues	25
2.3.1 Grobberechnung nach Näherungswerten	25
2.3.2 Sinnvolle Raumaufteilung pro Geschoss	26
2.3.3 Risikoanalyse der Investition	28
2.3.4 Kurze Zusammenfassung der Projektgrösse und des Marktes	30
3 Technische Betrachtung	31
3.1 Allgemeine Grundvoraussetzungen	31
3.2 Standort Hart bei Graz und klimatische Voraussetzungen	33
3.3 Technischen Rahmenbedingungen der Heizungskonzepte	37
3.3.1 Geothermie bzw. Wärmepumpe für ein Mietshausprojekt	38
3.3.2 Einsatzformen von Biomasse	43
3.3.3 Solarthermiekonzepte und verschiedene Einsatzmöglichkeiten	49
3.3.4 EXKURS – Wasserstoffwirtschaft für Kleinanlagen	56
3.3.5 Betrachtung von kombinierten Systemen	58
3.4 Technische Rahmenbedingungen der Stromgewinnung	60
3.4.1 Photovoltaik – die Sonne bringt den Strom	60
3.4.2 Die Kraft der Erde für die Stromgewinnung	63
3.4.3 Solarkraftwerke und welche Möglichkeiten existieren	64
3.4.4 Kombination aus Wärme und Stromgewinnung	67
3.4.5 Windkraft als eine machbare Alternative	68
3.4.6 EXKURS – Die Wasserstoffwirtschaft für die Stromgewinnung	69

4	Wirtschaftliche Betrachtung	70
4.1	Definieren weiterer Entscheidungsmerkmale für das endgültige Heizsystem.....	70
4.2	Definieren weiterer Entscheidungsmerkmale für das endgültige Stromerzeugungssystem	72
4.3	Zusammenführung der beiden System zu einem gekoppelten System	74
5	Erweiterung des Angebotes - Nahkraftwerk.....	76
5.1	Bedarfsbestimmung der momentanen Umgebung des Bauprojektes.....	76
5.2	Berechnung der notwendigen Mehrinvestition auf Basis des Hauptprojektes	77
5.3	Bewertung und Entscheidung fällen aufgrund von ausgewählten Entscheidungskriterien	77
6	Förderungsbetrachtung in österreich	79
6.1	Bestehende Möglichkeiten in Österreich allgemein	79
6.2	Separate Verhandlungen mit der Gemeinde führen, aufgrund der technologischen Finesse	80
6.3	Sinnhaftigkeit eines weiteren Investors prüfen	80
7	Zusammenfassung und Ergebnisse	81
8	Literaturverzeichnis	82
8.1	Onlineverzeichnis	82
8.2	Printverzeichnis	84

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 - Energieverteilung DE - 2007 ^[01-O]	8
Abbildung 2 - Verschiedene Energieträger in unterschiedlichen Klimazonen ^[01-P]	9
Abbildung 3 - Stromverteilung privat Haushalte - Energieagentur NRW ^[02-O]	15
Abbildung 4 - Lageplan 3D (siehe rote Rechteckmarkierung - Google Maps ^[08-O] ...	23
Abbildung 5 - Grundbuchauszug Standort Mietshaus (siehe rote Markierung).....	24
Abbildung 6 - Energiebedarf Pro Kopf bezogen auf das BIP Pro Kopf weltweit ^[01-P]	32
Abbildung 7 - Heizwärmebedarf bei unterschiedlichen Baustandards ^[01-P]	32
Abbildung 8 - Einstrahlungswerte Graz und Umgebung nach Daten der PVGIS.....	33
Abbildung 9 - Diagramm Anzahl Heiztage für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG ^[11-O])	34
Abbildung 10 - Heizgradtag für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG ^[11-O]) ...	35
Abbildung 11 - Kumulierte Heizgradtage für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG ^[11-O])	35
Abbildung 12 - Darstellung der Erde ^[05-P]	38
Abbildung 13 - Schema einer Erdsondenwärmepumpe (Quelle: Fa. Viessmann)	39
Abbildung 14 - Kompressionswärmepumpenprinzip ^[01-P]	40
Abbildung 15 - Absorptionswärmepumpenprinzip ^[01-P]	41
Abbildung 16 - Kühlen mit der Sonne, Prinzip Klimaanlage mit Sorption ^[05-P]	42
Abbildung 17 - Normung Hackschnitzel Ö-Norm M 7133	46
Abbildung 18 - Herstellungsprinzip von Biomass-to-Liquid (BtL) Kraftstoffen ^[01-P] ...	48
Abbildung 19 - Solar Flachkollektor und seine Vorgänge ^[01-P]	49
Abbildung 20 - Solarhaus gesamt [06-O] und Komplettschema mit eventueller Zusatzheizung ^[05-P]	51
Abbildung 21- Photovoltaikzelle und ihre Vorgänge ^[05-P]	60
Abbildung 22 Geothermalheizkraftwerk und Geothermiekraftwerk für Stromgewinnung ^[05-P]	64
Abbildung 23 - Parabolrinnenkraftwerk ^[05-P]	65
Abbildung 24 - Anwendungen mit Hybridmodulen (Firma Wiosun GesmbH & Co KG)	67

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 - Ölreserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG.....	12
Tabelle 2 - Gasreserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG.....	13
Tabelle 3 – Kohlereserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG.....	14
Tabelle 4 - Grobvergleich von 2 Raumaufteilungen.....	27
Tabelle 5 - Risikoanalyse Komplettprojekt.....	29
Tabelle 6- Stromverbrauch in Mitteleuropa (D, CH, AUT).....	31
Tabelle 7 - Grobberechnung der Heizwärmeleistung	37
Tabelle 8 - Investitionskosten Wärmepumpe.....	43
Tabelle 9 - Biomassepotential Ausblick bis 2050 (Quelle TU Wien)	44
Tabelle 10 - Investitionskosten Biomasse Pellets und Hackgut.....	46
Tabelle 11 - Laufende Kosten Biomasse Pellets und Hackgut	47
Tabelle 12 - Brennwert für Getreide (Quelle IBS ^[18-O])	49
Tabelle 13 – 100% Solardeckung Berechnung nach Jenni Energietechnik AG.....	54
Tabelle 14 - Investitionskosten bei 100% Solardeckung.....	55
Tabelle 15 - Investitionsbetrachtung von Kombisystemen (Solar-Pellets u. Solar-Wärmepumpe).....	59
Tabelle 16 - Jährliche Kosten von Kombisystemen (Solar-Pellets u. Solar-Wärmepumpe).....	59
Tabelle 17 - Photovoltaik Investitionsberechnung nach Basis Volker Quanschning ^[05-P]	63
Tabelle 18 - Investitionskosten Hybridanlage	68
Tabelle 19 - Kostenvergleichsrechnung der Heizsysteme	71
Tabelle 20 - Kostenvergleich bezogen auf die Leistungskosten	71
Tabelle 21 - Kostenvergleich Photovoltaik – Gesamtkostenermittlung	73
Tabelle 22 - Amortisation Photovoltaik	73
Tabelle 23 - Kostenvergleich Solar - Hybridsolar.....	74
Tabelle 24 - Kostenvergleich Photovoltaik - Hybridphotovoltaik	75
Tabelle 25 - Leistungsberechnung benachbarter Häuser.....	76
Tabelle 26 - Förderungslandschaft Österreich, Steiermark, Hart bei Graz	79

1 EINLEITUNG

In dieser Arbeit werden keine herkömmlichen Systeme behandelt, sondern sie dienen nur bei Vergleichen als Gegenstück oder als Hinweis, wieso es in eine andere Richtung gehen muss.

Der generelle Primärenergieverbrauch steigt von Jahr zu Jahr, vor allem in den Industriestaaten, an. Es sind jedoch die privaten Haushalte die diesen Anstieg hauptsächlich verursachen (wie man an den Beispielen Deutschland bzw. Österreich sehen kann) und nicht wie fälschlicherweise behauptet die Industrie. (siehe Abb. 1)

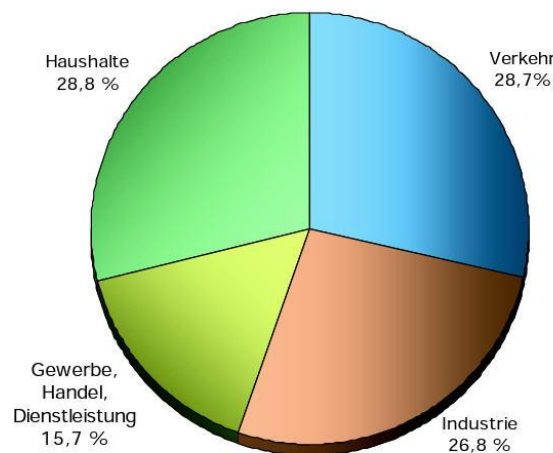


Abbildung 1 - Energieverteilung DE - 2007 ^[01-O]

In Deutschland wurde zwischen 1990 und 2005 ein Phänomen entdeckt. Der Bedarf an Energie ging im Bereich der Industrie um etwa 17% zurück. Während derselben Phase nahmen der Energiehunger von privaten Haushalten und Verkehr um 10% zu ^[01-O].

Vergleichbar in Österreich ging hier der Gesamtenergieverbrauch beinahe um 30% in die Höhe, wobei die Tendenz seit 2005 wieder fallend ist ^[02-O]. Die Industrie hat hier vergleichsweise „nur“ um 15% zugelegt – die privaten jedoch um 50%.

Die Energie wird ja auch nicht nur in Mitteleuropa verbraucht sondern auch auf anderen Kontinenten beziehungsweise klimatischen Zonen wird sie benötigt. Als Vergleich wie unterschiedlich die Energieträger für die Primärenergie sein können, muss ein wenig über die Landesgrenzen hinausgesehen werden (siehe Abb. 2)

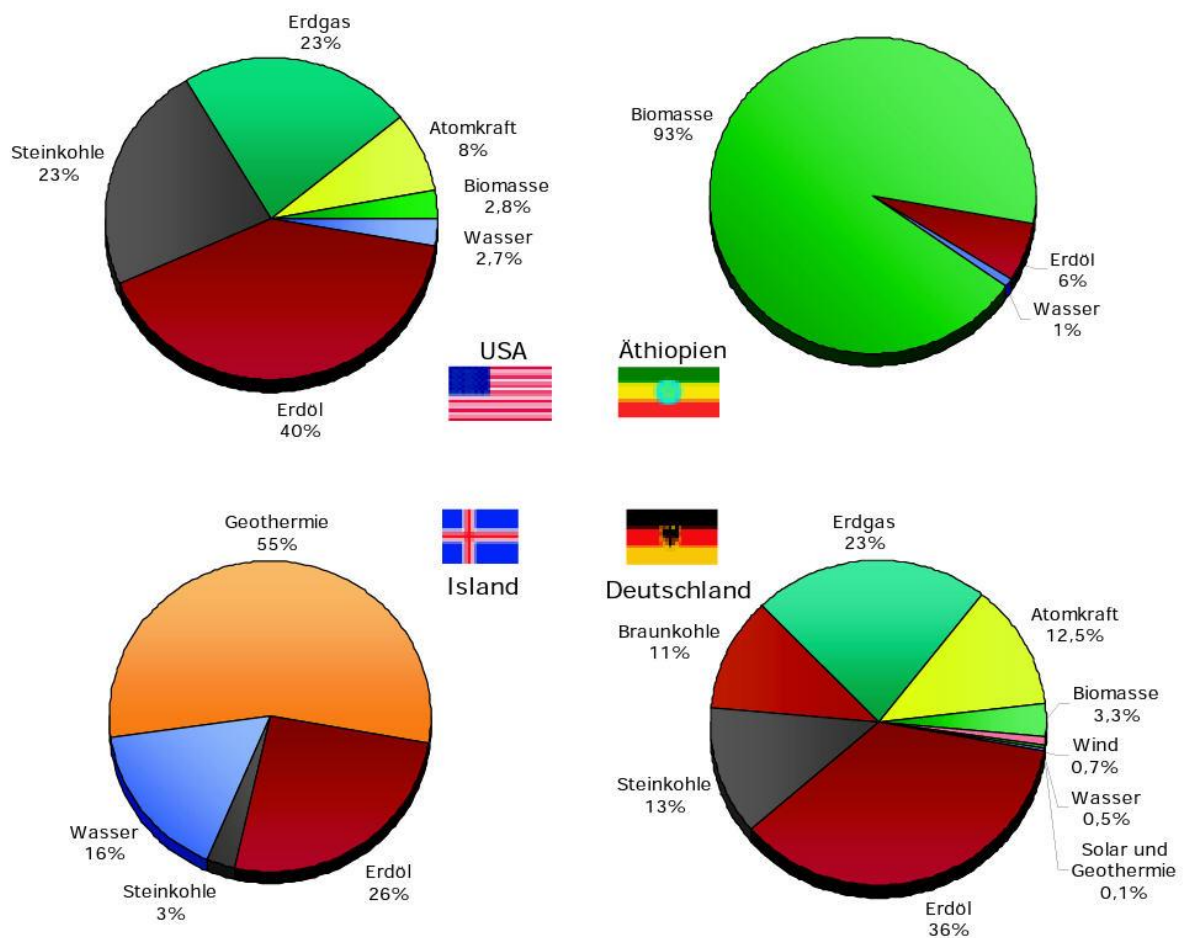


Abbildung 2 - Verschiedene Energieträger in unterschiedlichen Klimazonen ^[01-P]

Man sieht hier sehr schön, dass für die Verteilung keine einheitliche Formel gilt. Einige Länder nutzen ihre eigenen Ressourcen (Island, Norwegen, Schweden) und setzen schwer auf Geothermie. In Island kann man sehr auf die dünne Erdschicht setzen, die den heißen Wasserdampf bis knapp unter die Oberfläche lässt. Andere Länder aus dem typischen arabischen Raum verbrennen eben ihre Ölreserven um alles herzustellen (Heizung, Strom, Kochen...). Das hier die CO₂ Bilanz etwas aus dem Ufer läuft ist auch nicht schwer vorstellbar

1.1 In Frage kommende, „CO₂-freie“ Heizungssysteme

Wenn wir heute von CO₂ freien Systemen sprechen, dann geht es immer um die gesamte Bilanz, d.h. nicht der Ausstoß des Systems an sich wird betrachtet sondern auch die Herstellung, die Inbetriebnahmen, die Emission während der Nutzungsdauer und für eine komplette Bilanz auch die Entsorgung.

Eines vorne weg, es gibt kein System das über den gesamten Lebenszyklus kein CO₂ ausstößt. Alleine die Herstellung von Modulen in den unterschiedlichen Ländern bedeutet schon meist einen großen Energieaufwand und der Transport hat auch noch so seinen Anteil dran. Es geht hier um den Gesamtanteil und vor allem der Betrieb wird ganz speziell hoch bewertet.

Möglichkeiten wären:

- Geothermie (Luft-, Wasser- oder Solewärmepumpen)
- Biomasse (Holz, Pellets, Bioöl, Biogas, Mais,...)
- Solarthermie (Energie der Sonne)
- Wasserstoffwirtschaft (Exot, der als ewiges Allerheilmittel gehandelt wird)

Die herkömmlichen Methoden mittels Öl, Kohle, Erdgas werden nicht weiter erläutert (siehe Einleitung und Tab. 1-3), da diese nur als Referenz beziehungsweise als Vergleich dienen. Für all diese Systeme gibt es empirische Werte die für diese Arbeit herangezogen werden. Aufgrund der subjektiven Richtung werden die Exoten zwar mit berücksichtigt, doch man wird sehr schnell sehen, dass es sich hier noch um keine serientauglichen Prozesse bzw. Maschinen handelt

Wie wenig nachhaltig man heute noch plant, sieht man an den Projekten der großen Genossenschaften in Österreich. Der überwiegende Teil plant mit einer einfach zu kalkulierenden fossilen Verbrennungsanlage und als grüne Gewissensberuhigung mit einer kleine Wärmepumpe. Bei Sanierungen und Umbauten werden zwar die Häuser besser isoliert, doch in weniger als 10% der Fälle wird auch ein alternatives Heizsystem eingebaut. ^[05-O] Das heißt in vielen Fällen wird weiterhin auf unwirtschaftliche Radiatoren gesetzt, anstatt Flächenheizungen zu berücksichtigen. Weswegen spielt das so eine große Rolle werden sie jetzt fragen?

Einfach erklärt fährt man bei einer Fussboden-, Wand, Sockelheizung mit Temperaturen die sich zwischen 30 und 35°C abspielen. Bei der herkömmlichen Radiatorenzentralheizung geht man mit einer Vorlauftemperatur von mehr als 50°C in den Wohnraum. Dieser riesige Temperaturunterschied muss erst aufgebracht werden und das spiegelt sich in der Jahresabrechnung wieder. Dies ist nur ein Argument von vielen. Raumklima, unterschiedliches Wärmeempfinden, schwierige

Regulierbarkeit bei Temperaturschwankungen, Auslastung der Brennöfen und noch viele Argumente mehr sprechen hier für den Fortschritt.

Bei solch hohen Betriebstemperaturen sind einige alternativen Methoden nicht wirtschaftlich einsetzbar (Wärmepumpe Luft/Wasser kommen nur sehr grenzwertig in diese Regionen), damit verbaut man sich seine eigene Sanierung für die Zukunft. Das Sanierungswesen wird zwar gerade in Europa (Deutschland als Vorreiter) stark forciert, solange es aber im Portemonnaie nicht zu spüren ist, wird es noch viele Kampagnen benötigen. Die Einfachheit einer Installation eines Ölofens oder einer Gastherme und ebenfalls das simple Handling einer solchen Anlage macht es für viele private Haushalte zu einer Bastion. Weltweit ist man sich des Klimawandels bewusst, welche Auswirkungen der weitere CO₂ Ausstoß hat bzw. haben wird und vor allem wir der Mensch selbst unter diesen Veränderungen leidet. Die USA als einer der Hauptverursacher (über 20% des CO₂ Ausstoßes weltweit) leiden unter den Wetterkapriolen der vergangenen Jahre. Man lebt hier aber nicht nur finanziell über den eigenen Möglichkeiten, wie die Finanzkrise 2008 bewies, sondern auch mit den Ressourcen geht man teils fahrlässig um. Ein Land das auf Import angewiesen ist, sollte doch auch auf die Zukunft sehen.

Von der Firma British Petrol (BP) werden in regelmäßigen Abständen Statistiken publiziert, wie weit die aktuellen Ressourcen an den aktuell favorisierten Energieträgern noch reichen. Im Jahr 2009 hat die Firma Jenni Energietechnik^[04-O] einige Tabellen aufgestellt, die auf Basis dieser Daten beruhen und die Tendenzen gezeigt (siehe Tab. 1-3)

Daten werden angegeben in Mio. Tonnen/Jahre (Statistikdaten BP)

Förderung										Eigenverbrauch		Reserven		Förderprognosen	
Land	Jahr Fördermaximum	1985	2000	2004	2005	2006	2007	2008	%	2008	Diff. Prod. - Verbrauch	2008	Statische Reichweite (Jahre)	Interpretation Josef Jenni 2010 2020	
Nach dem Fördermaximum															
USA	1971	498,7	352,6	329,2	313,3	310,2	309,8	305,1	7,8	884,5	-579,4	3.700	12,1	290,0	140,0
Rumänien	1976	11,2	6,3	5,7	5,4	5,0	4,7	4,7	0,1	10,6	-5,9	100	21,3	4,0	2,0
Indonesien	1977	66,3	71,5	55,2	53,0	49,9	47,4	49,1	1,2	57,4	-8,3	500	10,2	40,0	24,0
Ägypten	1993	45,1	38,8	35,4	33,9	33,7	34,1	34,6	0,9	32,6	2,0	600	17,3	30,0	15,0
Syrien	1995	7,9	27,3	24,7	22,4	21,6	20,6	19,8	0,5		19,8	300	15,2	18,0	12,0
Gabun	1997	8,6	16,4	11,8	11,7	11,7	11,5	11,8	0,3		11,8	400	33,9	10,0	5,0
Malaysia	1997	21,6	33,7	36,5	33,9	32,5	33,6	34,3	0,9	21,8	12,5	700	20,4	30,0	20,0
Argentinien	1998	24,2	40,4	37,8	36,2	35,8	34,9	34,1	0,9	24,2	9,9	400	11,7	30,0	20,0
Kolumbien	1999	9,1	35,3	27,3	27,3	27,5	27,6	30,5	0,8	10,7	19,8	200	6,6	25,0	10,0
Grossbritannien	1999	127,6	126,2	95,4	84,7	76,6	76,8	72,2	1,8	78,7	-6,5	500	6,9	60,0	20,0
Australien	2000	29,2	35,3	24,8	24,5	23,4	24,2	23,8	0,6	42,5	-18,7	500	21,0	20,0	12,0
Oman	2000	24,8	47,6	38,9	38,6	36,9	34,6	36,0	0,9		36,0	800	22,2	30,0	18,0
Norwegen	2001	39,2	180,2	149,9	138,2	128,7	118,8	114,2	2,9	9,8	104,4	900	7,9	90,0	30,0
Jemen	2001		21,3	19,9	19,6	17,9	16,3	13,4	0,3		13,4	300	22,4	12,0	8,0
Indien	1995	30,2	34,2	36,3	34,6	35,8	36,2	36,1	0,9	135,0	-98,9	800	22,2	35,0	20,0
Dänemark	2004	2,9	17,7	19,1	18,4	16,7	15,2	14,0	0,4	8,9	5,1	100	7,1	13,0	8,0
Vietnam	2004		16,2	20,8	19,4	17,8	16,4	15,4	0,4		15,4	600	39,0	15,0	12,0
Mexiko	2004	145,9	171,2	190,7	187,1	183,1	172,7	157,4	4,0	90,0	67,4	1.600	10,2	120,0	60,0
Equatorial Guinea	2005		4,5	17,1	18,5	17,7	18,2	17,9	0,5		17,9	200	11,2	15,0	8,0
Total nach Fördermax.		1.092,5	1.256,7	1.176,5	1.120,7	1.082,5	1.053,6	1.024,4	26,1	1406,7	-382,3	13.200	12,9	887,0	444,0
Am Fördermaximum															
China		124,9	162,6	174,1	180,8	183,7	186,7	189,7	4,8	375,7	-186,0	2.100	11,1	190,0	100,0
Angola	(ca. 2009)	11,5	36,9	48,2	61,2	69,7	84,3	92,2	2,3		92,2	1.800	19,5	90,0	40,0
Algerien	(ca. 2007)	50,0	66,8	83,6	86,4	86,2	86,5	85,6	2,2	14,0	71,6	1.500	17,5	80,0	50,0
Russland	(ca. 2008)	542,3	323,3	456,8	470,0	480,5	491,3	488,5	12,4	130,4	358,1	10.800	22,1	460,0	350,0
Ecuador	(ca. 2006)	14,6	20,9	27,3	27,6	27,7	26,5	26,2	0,7	9,3	16,9	500	19,1	25,0	15,0
Kanada	(ca. 2007)	85,6	126,9	147,6	144,9	153,4	159,5	156,7	4,0	102,0	54,7	4.400	28,1	160,0	200,0
Libyen		48,4	69,5	76,6	82,1	85,6	86,0	86,2	2,2		86,2	5.700	66,1	85,0	85,0
Saudi-Arabien	(ca. 2005)	172,1	456,3	506,0	526,8	514,3	494,2	513,3	13,1	104,2	409,1	36.300	70,7	500,0	350,0
Venezuela	1998	91,5	167,3	150,0	151,0	144,2	133,9	131,6	3,3	32,5	99,1	14.300	108,7	140,0	130,0
Sonstige		112,4	111,8	125,7	128,3	128,2	126,0	128,1	3,3	1507,5	-1379,4	2.100	16,4	130,0	130,0
Total am Fördermax.		1.253,3	1.542,3	1.797,9	1.859,1	1.873,5	1.874,9	1.896,1	48,3	2275,6	-377,5	79.500	41,9	1.860,0	1.450,0
Vor dem Fördermaximum															
Brasilien		27,8	63,2	76,5	84,6	89,2	90,4	93,9	2,4	105,3	-11,4	1.700	18,1	100,0	70,0
Aserbeidschan		13,2	14,1	15,6	22,4	32,5	42,8	44,7	1,1	3,3	41,4	1.000	22,4	50,0	25,0
Sudan			8,6	14,9	15,0	16,3	23,1	23,7	0,6		23,7	900	38,0	25,0	20,0
Nigeria		73,8	105,4	121,9	125,4	120,0	114,2	105,3	2,7		105,3	4.900	46,5	120,0	100,0
Katar		15,3	36,1	46,0	47,3	50,9	53,6	60,8	1,5	4,6	56,2	2.900	47,7	60,0	40,0
Kasachstan		22,7	35,3	60,6	62,6	66,1	68,4	72,0	1,8	10,9	61,1	5.300	73,6	70,0	70,0
Iran		110,4	189,4	207,9	206,2	208,0	209,7	209,8	5,3	83,3	126,5	18.900	90,1	210,0	200,0
Arab. Emirate		58,5	123,1	124,7	129,0	139,0	136,4	139,5	3,6	22,9	116,6	13.000	93,2	140,0	140,0
Kuwait		55,5	109,1	122,3	129,3	132,7	129,9	137,3	3,5	15,3	122,0	14.000	102,0	120,0	90,0
Irak		69,8	128,8	100,0	90,0	98,1	105,3	119,3	3,0		119,3	15.500	129,9	150,0	200,0
Total vor Fördermax.		447,0	813,1	890,4	911,8	952,8	973,8	1.006,3	25,6	245,6	780,7	78.100	77,6	1.045,0	955,0
Total Welt		2.792,8	3.612,1	3.864,8	3.891,6	3.908,8	3.902,3	3.928,8	100,0	3927,9	0,9	170.800	43,5	3.792,0	2.849,0
														Reserveangaben wahrscheinlich viel zu hoch	

Tabelle 1 - Ölreserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG

Daten werden angegeben in Mio. Tonnen-Öläquivalente (Statistik BP)

		Förderung									Eigenverbrauch		Reserven	
Land	Jahr Fördermaximum	1985	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	%	2008	Diff. Prod. zu Verbrauch	2008	Statische Reichweite (Jahre)
Nach dem Fördermaximum														
Niederlande	1976	61,6	52,3	52,2	61,6	56,3	55,4	54,5	60,8	2,2	34,7	26,1	1251	20,8
Deutschland	1979	15,7	15,2	15,9	14,7	14,2	14,1	12,9	11,7	0,4	73,8	-82,1	108	9,2
Rumänien	1982	31,3	12,4	11,7	11,5	11,2	10,7	10,4	10,4	0,4	13,1	-2,7	566	54,4
Ukraine	1985	34,9	14,6	15,8	16,6	16,9	17,2	17,2	16,9	0,6	53,8	-36,9	831	49,2
Italien	1994	11,5	13,7	11,5	10,7	10,0	9,1	8,0	7,5	0,3	69,9	-82,4	107	14,3
Grossbritannien	2000	35,7	97,5	92,8	86,7	79,4	72,0	64,9	62,6	2,3	64,5	-21,9	309	4,9
Kanada	2002	75,8	184,0	188,2	165,3	168,7	169,8	165,7	157,7	5,7	90,0	67,7	1470	9,3
Indonesien	2003	29,1	58,7	65,9	63,3	64,1	63,2	60,9	62,7	2,3	34,2	28,5	2866	45,7
Dänemark	2005	1,0	7,3	7,2	8,5	9,4	9,4	8,3	9,1	0,3	4,1	5,0	50	5,5
Total nach Fördermax.		296,6	435,7	439,0	438,9	430,2	420,7	402,8	399,4	14,4	458,1	-58,7	7.556	18,9
Am Fördermaximum														
Bahrain		4,1	7,9	8,7	8,8	9,6	10,2	10,6	12,1	0,4		12,1	77	6,4
Mexiko		25,6	34,0	37,0	38,4	40,5	48,4	48,6	49,4	1,8	60,5	-11,1	450	9,1
Argentinien		12,5	33,7	36,9	40,4	41,1	41,5	40,3	39,7	1,4	40,0	-0,3	398	10,0
Thailand		2,8	18,2	19,8	20,1	21,3	21,9	23,4	26,0	0,9	33,7	-7,7	274	10,5
USA		427,9	495,5	496,2	481,1	468,1	479,3	494,5	533,0	19,3	800,7	-87,7	8058	11,4
Trinidad und Tobago		3,7	12,8	22,3	24,6	27,3	32,8	35,1	35,4	1,3		35,4	433	12,2
Bangladesch		2,6	9,0	11,1	11,9	13,1	13,8	14,6	15,6	0,6	15,8	0,0	333	21,3
Brunei		7,7	10,2	11,1	11,0	10,8	11,3	11,0	10,9	0,4		10,9	315	28,9
Algerien		30,8	76,0	74,5	73,8	79,4	78,0	76,3	77,9	2,8	22,8	55,1	4054	52,0
Russland		376,3	475,8	505,2	516,0	522,1	534,4	532,8	541,5	19,6	378,2	183,3	38972	72,0
Sonstige		37,4	45,4	47,3	52,4	57,4	64,2	68,9	75,7	2,7	485,9	-410,2	6908	91,3
Total am Fördermax.		931,4	1.218,3	1.269,9	1.278,5	1.290,7	1.331,8	1.356,1	1.417,2	51,2	1837,4	-220,2	58.272	41,1
Vor dem Fördermaximum														
Pakistan		7,9	19,4	27,4	31,0	32,0	32,5	32,8	33,8	1,2	33,8	0,0	767	22,7
Brasilien		2,3	8,7	9,0	9,9	9,9	10,2	10,2	12,5	0,5	22,7	-10,2	294	23,5
Usbekistan		28,2	45,9	48,8	48,8	48,6	49,0	53,2	56,0	2,0	43,8	12,2	1421	25,4
Norwegen		23,6	44,8	65,8	70,6	76,5	78,9	80,7	89,3	3,2	4,0	85,3	2617	29,3
China		11,6	24,5	31,5	37,3	44,4	52,7	62,3	68,5	2,5	72,8	-4,1	2210	32,3
Indien		4,0	23,7	28,8	28,3	28,7	28,4	27,1	27,5	1,0	37,2	-9,7	981	35,7
Ägypten		4,4	18,9	27,1	29,7	38,3	49,2	50,1	53,0	1,9	36,8	16,2	1953	36,8
Malaysia		9,2	40,7	46,8	48,5	54,0	53,7	54,7	56,3	2,0	27,8	28,7	2149	38,2
Myanmar		0,8	3,1	8,6	9,2	11,0	11,3	12,2	11,2	0,4		11,2	445	39,7
Oman		1,6	7,8	14,9	16,7	17,8	21,3	21,6	21,6	0,8		21,6	882	40,8
Bolivien		2,2	2,9	5,7	8,8	10,7	11,8	12,4	12,5	0,5		12,5	639	51,1
Kasachstan		4,4	9,4	11,3	18,0	20,3	21,5	23,8	27,2	1,0	18,5	6,7	1640	60,3
Australien		12,1	28,0	29,9	31,7	33,4	35,0	36,0	34,4	1,2	21,2	13,2	2259	65,7
Aserbaidschan		11,5	4,6	4,2	4,1	4,7	5,5	8,8	13,3	0,5	8,4	4,9	1079	81,1
Libyen		4,1	5,3	5,0	7,3	10,2	11,9	13,8	14,3	0,5		14,3	1386	96,9
Saudi-Arabien		18,9	44,8	54,1	59,1	64,1	68,2	67,0	70,3	2,5	70,3	0,0	6812	96,9
Turkmenistan		67,8	38,3	48,1	47,5	51,3	54,3	58,9	59,5	2,1	17,1	42,4	7150	120,2
Ver. Arab. Emirate		11,9	34,5	40,3	41,7	43,0	44,1	45,4	45,2	1,6	52,3	-7,1	5789	128,1
Kuwait		3,8	8,6	9,9	10,7	11,0	11,3	10,9	11,5	0,4	11,5	0,0	1602	139,3
Nigeria		2,4	11,3	17,3	20,5	20,2	25,6	31,5	31,5	1,1		31,5	4094	149,0
Venezuela		15,6	25,1	22,7	25,6	24,7	28,3	28,9	28,3	1,0	29,1	-0,8	4354	153,9
Iran		13,1	54,2	73,4	76,4	93,2	97,7	100,7	104,7	3,8	105,8	-1,1	26649	254,5
Katar		4,9	21,3	28,3	35,3	41,2	45,6	56,9	69,0	2,5	17,9	51,1	22918	332,1
Total vor Fördermax.		264,3	523,8	654,5	714,7	787,2	843,8	899,9	951,4	34,4	830,6	320,8	100690	105,8
Total Welt		1.492,3	2.177,8	2.363,4	2.432,1	2.508,1	2.598,3	2.658,8	2.768,0	100,0	2726,1	41,9	166.520	60,2
Reserven wahrscheinlich niedrig														

Tabelle 2 - Gasreserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG

Daten werden angegeben in Mio. Tonnen-Öläquivalente (Statistik BP)

	Förderung								Eigenverbrauch		Reserven	
Land	1985	2000	2004	2005	2006	2007	2008	%	2008	Diff. Prod. Verbrauch	2008	Statische Reichweite (Jahre)
Nach dem Fördermaximum												
Frankreich	10,2	2,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	11,9	-11,8	0	-
Grossbritannien	54,9	19,0	15,3	12,5	11,3	10,3	10,9	0,3	35,4	-24,5	94	9
Rumänien	10,3	6,4	6,7	6,6	6,5	6,7	6,5	0,2	7,7	-1,2	79	12
Südkorea	10,4	1,9	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	0,0	66,1	-64,8	37	28
Spanien	13,4	8,0	6,7	6,4	6,2	6,0	5,5	0,2	14,6	-9,1	175	32
Deutschland	144,8	56,5	54,7	53,2	50,3	51,5	47,7	1,4	80,9	-33,2	1.662	35
Polen	118,0	71,3	70,5	68,7	67,0	62,3	60,5	1,8	59,4	1,1	3.152	52
Griechenland	4,8	8,2	9,6	9,4	8,6	9,0	9,1	0,3	8,6	0,5	523	57
Tschechien	43,9	25,0	23,5	23,5	23,7	23,4	22,8	0,7	19,1	3,7	1.701	75
Kanada	33,7	37,1	34,7	35,6	34,5	36,9	36,0	1,1	33,0	3,0	3.496	97
Japan	9,6	1,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,0	128,7	-128,0	196	280
Ukraine	96,5	42,0	42,2	40,9	41,9	39,9	40,2	1,2	39,3	0,9	17.621	438
Total nach FM	550,5	279,4	266,4	258,9	252,2	248,3	241,3	7,3	504,7	-263,4	28.736	119
Am Fördermaximum												
Vietnam	3,1	6,5	14,7	18,3	21,8	23,1	23,6	0,7		23,6	76	3
Indonesien	1,2	47,4	81,4	93,9	119,2	133,7	141,1	4,2	30,2	110,9	2.662	19
Türkei	10,7	13,9	10,5	12,8	13,4	15,8	17,8	0,5	30,4	-12,6	376	21
China	439,8	656,7	1.012,1	1.120,0	1.205,1	1.282,4	1.414,5	42,5	1406,3	8,2	58.220	41
Venezuela		5,8	5,9	5,3	5,5	5,9	4,7	0,1		4,7	350	74
Thailand	1,4	5,1	5,6	5,8	5,3	5,1	5,1	0,2	15,4	-10,3	758	149
Kasachstan	68,0	38,5	44,4	44,2	49,1	50,0	58,8	1,8	33,6	25,2	16.030	273
Russland	176,2	116,0	131,7	139,2	145,1	148,2	152,8	4,6	101,3	51,5	73.479	481
Brasilien	3,5	2,9	2,0	2,4	2,2	2,3	2,4	0,1	14,6	-12,2	2.668	1.112
Sonstige	79,4	49,4	53,6	53,3	55,0	57,0	57,3	1,7	205,4	-148,1	9.635	168
Total am FM	783,3	942,2	1.361,9	1.495,2	1.621,7	1.723,5	1.878,1	56,5	1837,2	40,9	164.254	87
Vor dem Fördermaximum												
Kolumbien	5,8	24,9	34,9	38,4	42,6	45,4	47,8	1,4	2,3	45,5	4.429	93
Mexiko	2,9	5,4	4,7	5,2	5,5	6,0	5,5	0,2	9,0	-3,5	581	106
Indien	71,4	132,2	155,7	162,1	170,2	181,0	194,3	5,8	231,4	-37,1	22.218	114
Südafrika	99,8	126,6	137,2	137,7	138,0	139,6	141,1	4,2	102,8	38,3	17.138	121
Australien	88,3	166,3	198,8	206,5	211,0	218,5	219,9	6,6	51,3	168,6	41.728	190
USA	487,0	570,1	572,4	580,2	595,1	587,2	596,9	18,0	565,0	31,9	133.843	224
Total vor FM	755,2	1.025,5	1.103,7	1.130,1	1.162,4	1.177,7	1.205,5	36,3	961,8	243,7	219.937	182
Total Welt	2.089,0	2.247,1	2.732,0	2.884,2	3.036,3	3.149,5	3.324,9	100,0	3303,7	21,2	412.927	124

Tabelle 3 – Kohlereserven auf Basis von Statistikdaten BP, ausgewertet Firma Jenni Energietechnik AG

Diese Statistikdaten basieren auf dem Jahr 2009 (Erhebungsdaten sind von 2008). Seither gab es gerade in den Ländern China und Indien Steigerungsraten von etwa 20% jährlich bis zur Statistik 2011 (Erhebungsdaten sind von 2010). Dieser Energie bzw. Ressourcen hunger wird die Reichweite unserer fossilen Brennstoffe in den nächsten Jahren relativieren und vermutlich erheblich verkürzen.

In Mitteleuropa hat man dem Trend etwas entgegengesteuert und weißt nur mehr Steigerungsraten von maximal 1.5% auf, was beinahe schon als Stagnation oder als kleiner Sieg gewertet werden kann. ^[06-0] Die Schweiz kann als positive Ausnahme gesehen werden, denn hier wurde über 7% weniger verbraucht.

1.2 In Frage kommende, „CO₂-freie“ Stromgewinnungsformen

Wieso steht Stromgewinnung überhaupt für ein Haus auf der Wunschliste?

Der Verbrauch an Energie bzw. an Strom steigt in den Industrieländern enorm an.

Nicht die Industrie selbst, sondern die privaten Haushalte ziehen den Verbrauch sehr stark an (siehe Einleitung). Der Grund liegt ganz einfach an der Wohlfahrt bzw. der Bequemlichkeit. Das Leben wird immer schneller und es gibt für jedes Problemchen auch gleich ein Gerät, das uns die Sorgen abnimmt. Noch dazu braucht auch das Haus als Gesamtsystem natürlich immer Strom (Licht, Heizpumpen, Kühlgeräte,) und daraus resultiert eine gewisse Grundlast. Man kann durch den regelmäßigen Austausch der Geräte auch dieses Niveau drücken, jedoch bleibt der Bedarf bestehen.

Überschlagsmäßig kann man von folgender Verteilung ausgehen (siehe Abb. 3)

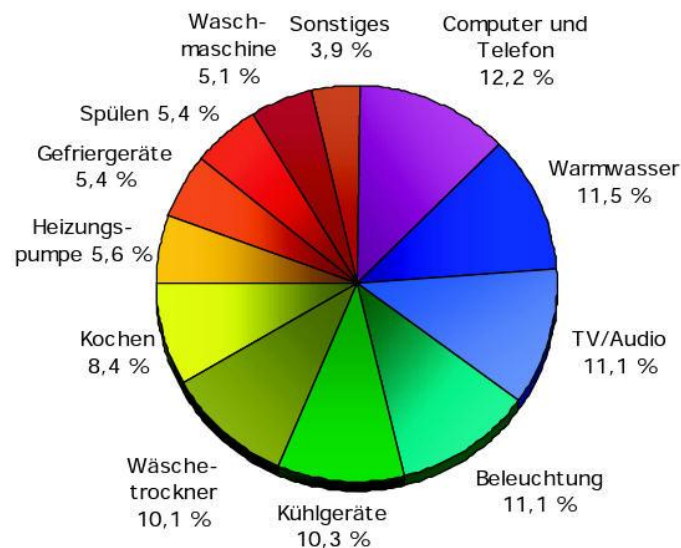


Abbildung 3 - Stromverteilung privat Haushalte - Energieagentur NRW ^[02-0]

Die Möglichkeiten sind mittlerweile breit gestreut:

- Photovoltaik (Strom aus der Sonne)
- Solarkraftwerke (Strom aus der Sonne, kombiniert mit der Heizung – Kraft-Wärme-Kopplung)
- Geothermie (nutzen der Erdenergie)
- Windenergie (sehr untergeordnet)
- Brennstoffzellentechnologie (Nach der Verbrennung entsteht Wasser)

Wie auch schon bei der Betrachtung der Heizmöglichkeiten spielt eine leichte Subjektivität bei der Erläuterung der einzelnen Möglichkeiten mit, sei es aufgrund der Kosten oder aufgrund des „Reifegrades“ der Technologie.

1.2.1 EXKURS - Burgenland der Vorreiter

Das Burgenland hat sich als Bundesland in Österreich ohne Energiemonopolisten zum Zugpferd der Erneuerbaren Energien hervorgetan. Großen Anteil daran hat das Europäische Zentrum für Erneuerbare Energien in Güssing, das unter der starken Mithilfe von Professor Werner Rauscher und dem gesamten Team des Solarteur®^[03-O] mitverantwortlich am Aufschwung der Region und auch des gesamten Burgenlandes wurde.

Güssing ist die erste Stadt Österreichs, die die Energie zu 100% aus Erneuerbaren Energien bezieht. Mittlerweile kam Mattersburg ebenfalls zu dieser Ehre.

Mit diesem Kompetenzzentrum haben sich natürlich auch Firmen angesiedelt, die sich in diesem Bereich verstärkt um den Fortschritt bemühen. Was man hier jedoch anders gemacht hat, ist das man alle Rohstoffe aus der Region bezieht. Für viele Arten von Biomasse hat man bereits mit Waldbesitzern und Landwirten Verträge abgeschlossen mit Abnahmemengen und fixierten Preisen über Jahre. Um die Sicherheit über Jahre hinaus zu behalten hat man ein PublicPrivatePartnership-Modell gegründet mit dem Namen „Regionale Energie GmbH“. Die Besitzverteilung liegt bei 51% der Gemeinde und zu 49% sind lokale strategische Partner daran beteiligt. Genau mit so einem Modell kann Nachhaltigkeit und die komplette Versorgungskette über Jahre gesichert werden. Die Entwicklung findet hier kein jähes Ende sondern greift langsam auf andere Bundesländer über.

Die Regelungen zur Förderung und zur Unterstützung von „Häuslbauern“ werden in jedem Bundesland anders geregelt und obendrein haben auch die Gemeinde und der Bund ebenfalls Mittel die verteilt werden.

In Deutschland wird von der Regierung das Thema Erneuerbare Energien soweit gefördert, das man der innovativste Staat weltweit sein will und immer die Vorreiterrolle für andere Staaten übernimmt. Im Bereich der Sonnenenergie hat Deutschland bereits über Jahre die technologische Führerschaft gemeinsam mit Amerika übernommen. Das bedingt für die Einwohner, dass man an gute Förderungen für neue Konzepte kommt und z.B. bei Einspeisungstarifen hohe Tarife bekommt.

In der Schweiz verlässt man sich eher auf die Innovation im eigenen Land. Die Struktur der Unternehmerlandschaft zeigt überwiegend innovative KMU's und hat genau aus diesem Grund auch schon seit mehr als 10 Jahren den Weltmeistertitel im Bereich der Innovationen. Die Vergütungen und Förderungen sind im europäischen Vergleich eher unterdurchschnittlich. Der eigentliche „Schweizer“ hat damit aber kein Problem. Das dürfte ein sehr großer kultureller Unterschied selbst in Zentraleuropa sein.

1.3 Allgemeine Betrachtung dieses Projektes

Warum haben wir in den vergangenen Kapiteln überhaupt so weit ausgeholt? Der Grund liegt einzig und alleine am möglichen Ausblick und vor allem an der Globalisierung. Die Vermischung der Kultur bedeutet auch ein gewisses Bewusstsein zu schaffen.

Den Trend kann man nur versuchen zum jetzigen Zeitpunkt einzufangen, doch man weiß heute schon, das jede Statistik für die Zukunft bereits zum Erstellungsdatum falsch ist. 1972 gab es den „Club of Rome“ der damals aus Experten bestand die voraussagten, das es in 30 Jahren ab diesem Zeitpunkt kein Öl mehr geben wird. Wie sie wissen hat diese isolierte Aussage nicht zugetroffen, doch es gab ja auch noch einige Zusatzbedingungen, die begleitend erwähnt wurden.

- Bei gleichbleibendem Bedarf von 1972 wird das Öl für 31 Jahre ausreichen
- Bei gesteigertem Bedarf pro Jahr von etwa 4% halten die Vorkommen etwa noch für 20 Jahre
- Wenn man davon ausgeht das man die Reserven von 1972 etwa Verfünffachen kann, bei etwa einer Steigerungsrate von 4%/Jahr, dann hält das Öl noch etwa für 50 Jahre

Diese Folgeaussagen rücken alles wieder in ein rechtes Licht. 39 Jahre danach hat man von der damaligen „Panikmache“ profitiert. Man hatte noch während der 70er Jahre eine Zuwachsrate zwischen 5 und 6%. Heute kann man gesamtgesehen nur mehr von einem Wachstum von etwa 1.2% ausgehen und das verheißt sehr gutes. Viele Experten meinen, dass wir vor einer großen Entscheidung und Wende stehen, was die bisherigen fossilen Energieträger angeht. Öl, Gas, Kohle, Uran und viele andere Edelmetalle oder Gase sind bei industrieller Nutzung im selben oder größeren Umfang nur mehr sehr eingeschränkt vorhanden. Berücksichtigt werden hierbei natürlich nur bereits vorhandene Vorkommen. Dass gewisse Ressourcen endlich sind, haben wir schon im Bereich der Metalle gesehen. Durch Verknappung beziehungsweise extrem hoher Nachfrage schwebt Gold momentan von einem Hoch zu anderen. Der Grund ist natürlich nicht nur die Nachfrage sondern immer öfter suchen auch Börsianer sichere Häfen oder sogar neue Spekulationsobjekte. Diese gepushte Form spiegelt nur die Volatilität von Medien wieder, die morgen vielleicht schon genauso Öl, Gas, Uran, usw. heißen können. Während des Jahres 2008 gab es beim Ölpreis eine Schwankung von über 50% (im Bezug auf den Minimalpreis). Mittlerweile haben sich diese extremen Ausschläge zwar relativiert, doch innerhalb eines Jahres bleibt doch noch immer eine Bandbreite von 20%-30% übrig. Wer für seine Zukunft etwas Stabiles möchte, sollte sich hier wirklich Gedanken machen. Die Gründe für diese Ausschläge waren damals natürlich eine Weltwirtschaftskrise, gepaart mit anstehenden Ausschreitungen, Rezessionsängste, Wirtschaftsschrumpfung, großen Pleitewellen und dunklen Ausblicken für manche Branchen. Doch wenn man in die heutige Zeit geht, sieht das Bild nicht anders aus. Die „Jasminrevolution“ 2011, die den Nordafrikanischen Bereich ereilt hat und mit den Protesten, Bürgerkriegen und Revolutionen auch das wirtschaftliche Leben zum Erliegen brachten. Mit Libyen hat es hier auch einen der größten Erdöllieferanten erfasst, der seine Rohstoffe dadurch nicht mehr geregelt exportieren konnte. Sowohl

der Boykott der EU gegenüber dem Regime von Muammar al-Gaddafi, als auch die innerpolitischen Konflikte zwischen regierungstreuen Truppen und Rebellen haben zu einer Stagnation geführt.

Wer jetzt hier einen Beitrag für die Energiewirtschaft leistet, wird sich bei jeder weiteren Einschränkung in Zukunft auch nicht schwer tun. Die Veränderung von privatem und wirtschaftlichem Leben wird in Zukunft noch schneller vor sich gehen und gerade die ältere Generation hat genau dabei die schwere Aufgabe Flexibilität zu zeigen. Mit Unterstützung von mehreren Seiten können auch alte Paradigmen aufgebrochen werden.

2 PROJEKTGRÖSSE UND MARKTABKLÄRUNGEN

Am Anfang eines Projektes hat man gewisse Vorstellungen wie so ein Haus aussehen kann, auf welche Technologien man setzen sollte und vor allem gibt es Millionen von Experten die schon mal gehört haben wie so etwas funktioniert.

Die Rahmenbedingungen abzustecken ist eine der wichtigsten und gleichzeitig eine der schwierigsten Aufgaben im Laufe des Projektes.

Wir haben uns hier für einen verkürzten Projektablauf entschieden, weil die beteiligten alle aus einer Familie kommen. Viele Fragen gilt es auch nach dieser Arbeit noch zu klären.

Einige Rahmenbedingungen stehen jedoch schon fest:

1. Das Projekt hat 4 Besitzer und die Beteiligungen sind zu 25% aufgeteilt
2. Das maximale Budget von 1'000'000€ darf nicht überschritten werden.
3. Der Bauplatz bzw. die Umgebung stehen bereits fest und sind bereits im Familienbesitz
4. Die Arbeitsaufteilung an dieser Investition ist ebenfalls schon grob bekannt
5. Die Umsetzung beginnt frühestens 2012 (tendenziell eher 2013)
6. Der Wunsch wäre ein Energieplushaus zu installieren (Überschuss an Heiz- bzw. Stromleistung)
7. Umweltaspekte werden sehr hoch bewertet
8. Die Wohnungen werden für die Vermietung gebaut (es wird jedoch auch Eigentumswohnungsbereich als Vergleich angeschaut)
9. Durch die sehr gute und auch teure Lage werden die Wohnungen eher im Luxussegment liegen
10. Durch die Nähe zu anderen Wohnhäusern ist man im Bau etwas eingeschränkt (Heizungshaus darf nicht zu zentral liegen, wenn man mit Biomasse agiert, sowohl außen als auch innen muss man mit gehobenen Materialien arbeiten,.....)

Hier sind schon viele Voraussetzungen, jedoch muss der Bedarf für die Zukunft noch geprüft werden. Ein Haus zu bauen, dass einen eklatant zu hohen Mietpreis hat, oder an den Wünschen der Klienten vorbei geht, ist eine glatte Fehlinvestition.

2.1 Generellen Marktbedarf ermitteln

Für die Bedarfsprüfung braucht es einen hohen Zeitaufwand oder den Kontakt zu den richtigen Leuten.

Entweder versucht man in der Umgebung eine große Befragung der Leute die hier wohnen und bereits im Mietverhältnis leben, oder man geht den Weg über Bauträger die einem den aktuellen Trend und auch ihre persönlichen Aussichten gebündelt mitteilen.

Der 2. Weg schien mir doch weniger zeitintensiv und vor allem präziser zu sein.

Als Interviewpartner kamen Herr Thomas Schober, Geschäftsführer der C&P Consulting AG und der Verkaufsleiter der C&P Consulting AG Herr Wolfgang Siener.

2.1.1 Kurze Vorstellung der C&P Consulting AG

Diese Firma wurde 2006 gegründet von 2 damals 23 jährigen HTL Ingenieuren.

Durch ihre Vorerfahrung im Bereich Investitions- bzw. Finanzierungsberatung konnten sie schon kurz nach dem Start an die 500 Klienten mitbringen. Das Unternehmen arbeitet im Bereich Anlegerwohnungen (Wohnung für Vorsorge und Anlageobjekte) und ist innerhalb von 5 Jahren zum Marktführer in Österreich avanciert. Die Umwidmung 2007 von einer GesmbH zu einer Aktiengesellschaft war ein großer Schritt und gleichbedeutend mit dem jüngsten Vorstand einer österreichischen Aktiengesellschaft.

Das Vertrauen der Anleger in etwas „Handfestes“ war mit Sicherheit einer von vielen Punkten die für diese Firma genau zur richtigen Zeit kamen (Zitat

Vorstandsvorsitzender Markus Ritter). C&P bietet nicht nur die Wohnungen an, sondern bietet den gesamten Service. Für Anleger werden alle Finanzierungen unterschriftsreif vorbereitet mit der Berücksichtigung von alle Einkünften bzw.

Ausgaben. Um die Vermietung kümmert sich ebenfalls C&P mit einer Tochtergesellschaft. Für den Mieter tritt das Unternehmen als Verwaltungsgesellschaft auf und als direkter Ansprechpartner in allen Angelegenheiten.

Im Jahr 2010 wurden sie zum größten Anbieter für Anlegerwohnungen österreichweit. 2011 wird die magische Grenze von 300 neugebauten Wohnungen in ganz Österreich überschritten.

Aus diesem Grund könnte man sagen, dass man es hier mit einem absoluten Spezialisten-Unternehmen zu tun hat.

2.1.2 Konzept der C&P – Marktforschung und Erfahrung

Der Trend der Wohnungen geht in hin zu kleineren Flächen. Die Preise jedoch ziehen aufgrund der Nachfrage gesamt österreichisch gesehen jedoch sehr an. Für diese Arbeit wurde daher speziell auf den Raum Graz und Umgebung geschaut. Hier werden zum größten Teil Mietshäuser an infrastrukturell sehr gut erschlossene Gebiete gebaut. Das heißt sehr gute Verkehrsanbindung (Straße, Autobahn, öffentlicher Verkehr), kurze Wege zur Bildung (Kindergarten, Schule und Hochschulen) und kurze Entfernung zur Verpflegung und Entspannung (Supermarkt, Einkaufszentren, Wellnessmöglichkeiten...). Man schreibt das sehr einfach hin, doch die Suche nach solchen Grundstücken, gestaltet sich sehr schwierig. Das Preis-Leistungs-Verhältnis muss für eine erfolgreiche Investition auf alle Fälle stimmen. Innerhalb dieser Häuser werden Wohnungen in den Größen 28-55m² verplant. Diese Wohnungsgröße deutet auf Ein- bis maximal Zweipersonenhaushalte hin. Der Trend bewegt sich also auf kinderlose Paare zu, die zudem den bequemen Weg einer Wohnung wählen. Aus einer Umfrage von C&P ist es den Leuten mittlerweile extrem wichtig flexibel zu bleiben. Ganz egal ob es um einen Ortswechsel geht oder einfach nur kurzfristige Urlaube oder Termine. Den Schlüssel hinter sich umzudrehen und sich um nichts weiter kümmern zu müssen liegt in der Befragung ebenfalls sehr weit vorne. Der Preis/m² differiert zwar auch im Grazer Stadtgebiet, doch liegt man mit allen Wohnungsbauten im oberen Drittel.

Die Stadt Graz gab 2010 Preise zwischen 5 und 12€ je Quadratmeter an. ^[07-O]

Dies widerspiegelt jedoch nur 90% der Wohnungen. Die Extreme nach oben und nach unten sind hier nicht berücksichtigt, wobei aus privater Erfahrung der Preis bis auf 20€/m² und höher gehen kann für Liebhaberstücke oder das obere Luxussegment.

Die Mietpreise liegen bei Wohnungen von C&P im Großen und Ganzen im Bereich von 10-11€/m² und zu diesem Preis lassen sich die Wohnungen sehr einfach unters Volk bringen. Mit einer Auslastung von über 95% ihrer verwalteten Wohnungen haben sie eine sehr hohe Quote und gleichzeitig auch Bestätigung für ihre Politik. Die Umfrage zeigt aber auch, dass der Preis pro Quadratmeter ab 70m² eher nach unten geht (9-11€/m²). Das heißt das Familien oder Pärchen mit größerer Wohnfläche etwas progressive Preise fordern, oder einfach nicht so hohe Preise

bezahlen können. Die Nachfrage nach Wohnungen ab 3 Zimmern (grösser 70m²) nimmt im Stadtbereich tendenziell ab. Aus der Umfrage geht aber hervor, dass sich diese Wünsche indirekt proportional verhalten, wenn es aufs Land geht. Für die Umgebungsgemeinden wünscht man sich tendenziell eher größere Wohnungen die auch familiengerecht und eventuell zu kaufen sind. Diese Tendenz wirkt sich sehr positiv auf unser aktuelles Projekt aus.

2.2 Bezug erstellen auf Gegebenheiten und Planung

Wie bereits im vorherigen Kapitel erläutert sollte man am Land eher größere, etwas luxuriösere Wohnungen errichten. Um überhaupt eine Idee zu haben wie groß man die Wohnungen gestalten kann, sollte man zuerst von der anderen Seite begutachten, wie viel Platz steht überhaupt zur Verfügung.

Zuerst gehen wir einmal von den Grundstücksgrenzen aus, die aus dem Lageplan zu entnehmen sind. (siehe Abb.4 und 5)



Abbildung 4 - Lageplan 3D (siehe rote Rechteckmarkierung - Google Maps ^[08-O])

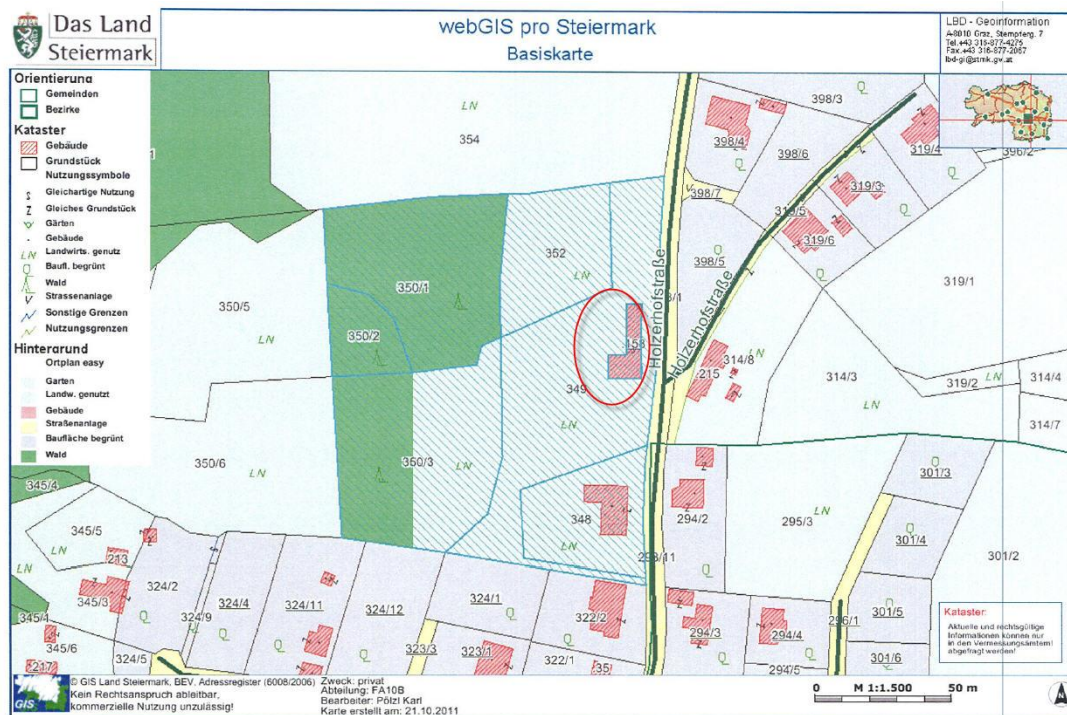


Abbildung 5 - Grundbuchauszug Standort Mietshaus (siehe rote Markierung)

Wie schon am Lageplan bzw. aus dem Grundbuchauszug zu erkennen, befindet sich der Platz direkt an der Straße. Diese Durchzugstrasse hat eine sehr geringe Verkehrsbelastung aufgrund der dünnen Besiedelung in diesem Gebiet, daher ergibt das keine Lärmbelästigung. Die angrenzenden Grundstücke sind bereits bebaut und daher kann man auch in Zukunft von dieser Verteilung ausgehen. Die Straße hat die direkte Ausrichtung Nord-Süd. Der Grundriss des „alten Hauses“ hat sich etwas verändert, da hier ein Stall auf dem Plan eingezeichnet ist, der bereits im Jahr 2010 abgerissen wurde. Die Größe beträgt aktuell 18.5m x 8.75m. Das aktuelle Bauwerk hat in etwa ein Alter von 150 Jahren und kann nicht mehr als Basis für ein neues Haus dienen.

Das komplette Grundstück befindet sich jedoch im perfekt erschlossenen Bereich (Wasser, Kanal, Strom, Gas, Telefon und Glasfaserkabel) und es könnte alles angeknüpft werden bei Bedarf.

Aufgrund der Größe des gewidmeten Grundstückes und der gesetzlichen Auflagen, im Bezug auf Abstand zu öffentlichen Straßen, Mindestabstand zu angrenzenden Häusern, Baudichte von 0,2-0,5, maximale Bauwerkhöhen und gewisse vorgeschriebene Dachausrichtungen und Neigungen ^[09-0], grenzt sich das Vorhaben bereits auf eine Grundfläche zwischen 150-250m² ein. Die maximal vorgeschriebene

Höhe des Mietshauses darf 3 Stöcke (Erdgeschoss und erster bzw. zweiter Stock) sein, bzw. eine maximale Bauhöhe von 12m nicht überschreiten.

Diese Möglichkeiten ergeben nach Abzügen von Außenwanddicken, Dämmungen und Innenaufbauten eine gesamte Nettofläche von maximal 200m² pro Stockwerk.

Durch die Bauvorschriften für ein Standardneubauhaus, „Dreiliterstandard“ oder Passivhaus würden die Dimensionen nochmals zusätzlich differieren, das.

Möglicherweise 210 m² als Nutzbare Nettoinnenfläche übrig blieben. Aufgrund von Sicherheiten in der Berechnung, vor allem bei den Einkünften gehe ich hier immer von den tieferen Werten, bei Bewertung von Kosten von den höheren Werten aus.

2.3 Entscheidungsgrundlage für die Größe und Umfang des Baues

Wirtschaftlich und ökologisch betrachtet wäre ein kompaktes Haus in der Erhaltung günstiger, als verwinkelte Bauten. Das Verhältnis von Wohnraumvolumen zu Außenfläche ist entscheidend, wie viel Wärme effektiv durch die Wände, die Fenster und das Dach entweicht. Der Verlust von Heizleistung ist nur ein Punkt denn, je größere Außenfläche je höhere Kosten für Mauerwerk, Dämmungen, usw.

Die Architektur des Hauses wird eventuell noch in einer zweiten Diplomarbeit für Bauwesen konkreter unter die Lupe genommen.

2.3.1 Grobberechnung nach Näherungswerten

Nach den ersten Näherungswerten haben die Angebote von Baufirmen gezeigt (nicht Inhalt dieser Arbeit), dass eine Vergrößerung des Bauvolumens von etwa 10% eine Verteuerung von 3-4% nach sich zieht, bei demselben Layout. (3 stöckiges Gebäude im Kompaktkastenbau). Ursprünglich wollten wir hier unterschiedliche Modelle berechnen, doch durch die unverhandelten Angebote können wir bereits die Kernaussage treffen.

Die Rohbau-Preise (ohne Heizung und Anschlüsse) für einen Standardneubau liegen bei 350000€, für ein Dreiliterhaus bei 405000€ und für ein Passivhaus überraschend bei 390000€.

Dies sind nur die Durchschnittswerte für einen fiktiven Grundriss mit 600m² Gesamtfläche verteilt auf 3 Stöcke. Die Art des Hauses soll teilweise aus dieser Arbeit hervorgehen (durch gewisse Einschränkungen schließen sich schon Baustile aus, wichtige Orientierung des Hauses bei Solaraufbauten) ist jedoch nicht der

Hauptinhalt. Hier geht es nur darum grob vergleichen zu können, bei gleichem Baustil haben wir welche Abweichungen.

Die wichtigste Frage in diesem Zusammenhang war nur herauszufinden ob es Sinn macht, etwas kleiner zu bauen und dafür vielleicht vieles einzusparen. Mit den oben erwähnten Preisunterschieden, haben wir bereits während der Angebotseinholung gesehen, dass es sinnvoll ist so groß wie erlaubt zu bauen.

Im Folgekapitel geht es darum die unterschiedlichen Baustile herauszuarbeiten und das Risiko etwas abzuschätzen.

2.3.2 Sinnvolle Raumaufteilung pro Geschoss

Wie schon im Kapitel 2.1.2 herausgearbeitet kommen in diesem Segment in der Vorstadt nur Luxuswohnungen in Frage. Die Art des Luxus wird ein Fall für den Innenarchitekten werden.

200m² aufzuteilen kann recht einfach sein, jedoch werfen sich einige Fragen auf.

- Welche Mindestgröße macht überhaupt Sinn?
- Wie viele Wohnungen je Geschoss sind denkbar?
- Wie viele neue Parteien/Bewohner verträgt die Nachbarschaft?

Diese Fragen werden jetzt nicht im Detail beantwortet, weil die Mitbewohner in der direkten Umgebung sehr breiten Einfluss auf diese Entscheidung haben sollen.

Kleinere Wohnungsgrößen bringen auf derselben Fläche zwischen 10 und 15% mehr an Einnahmen und das ist schon ein sehr starkes Argument.

Eine größere Anzahl von Wohnungen bedeutet gleichzeitig auch eine größere Anzahl von Autos. Das würde gleichzeitig bedeuten, dass man die Parkmöglichkeiten erweitern müsste und dies bei geringfügig höherem Ertrag. Momentan kann man davon ausgehen, dass man pro Wohnung eine Küche, ein Badezimmer inkl. WC und eventuell ein separates WC benötigt. Das schlägt sich bei der doppelten Anzahl von Wohnungen in der Investitionssumme nieder, da es in Österreich üblich ist, diese Einrichtungen zur Verfügung zu stellen. In Deutschland hingegen bringen die Mieter sehr oft eine Küche mit in ihre Mietswohnung. Die Schweizer halten es größtenteils wie das österreichische Volk und vermietet komplett.

Hier in unserem Fall lohnt es sich einen ganz groben Vergleich zwischen den beiden Varianten in eine Tabelle aufzunehmen (siehe Tab 4)

	Gesamtheitlich 6 Wohneinheiten [2 pro Stockwerk]	Gesamtheitlich 12 Wohneinheiten [4 pro Stockwerk]
Einnahmen:		
Möglicher m ² -Preis	9.5	10.5
Ertrag aus Vermietung/Monat	5700	6300
Summe Einnahmen	68400	75600
Einnahmen Strom	0	0
Einnahmen Heizung	0	0
Summe Einnahmen	68400	75600
Ausgaben:		
Rohbaukosten	400000	410000
Installation (incl. Heizung + Strom)	220000	225000
Inneneinrichtung	200000	270000
Nebenkosten pauschal	50000	50000
Summe	870000	955000
Umrechnung auf Afa (1.5%)	13050	14325
Jährliche Heizkosten	4000	4600
Jährliche Wasserkosten	1500	2040
Andere Abgaben	6000	7500
Jahreszinsen für Investition - (Im Schnitt 4% angenommen)	34800	38200
Summe Ausgaben	59350	66665
Überschuss/Verlust	9050	8935

Tabelle 4 - Grobvergleich von 2 Raumaufteilungen

Was hier herauspringt ist, das trotz der höheren Einnahmen bei einer Mehrzahl von Mieteinheiten, der Ertrag trotzdem unter dem der größeren Wohnungen liegt. Die bezogenen Daten sind Näherungswerte und als Grundlage wurde hier ebenfalls eine hundertprozentige Fremdfinanzierung angenommen.

Aufgrund des Feedbacks der Nachbarschaft, die natürlich gerne weniger Autos statt mehr sehen wollen, geht die Tendenz ganz klar in Richtung größere Wohneinheiten. Tendenziell sind größere Wohnungen auf längere Zeit vermietbar, weil gerade Familien mit Kindern eher beständig und sesshaft bleiben. Bei kleineren

Wohneinheiten kann man Glück haben bei der Auswahl der Mieter, jedoch ist die „Halbwertszeit“ weitaus kürzer in der Regel.

Die Aufteilung ist jedoch subjektiv und wird aufgrund der vorliegenden Argumente entschieden. Für die weitere Kalkulation in den nächsten Hauptkapiteln gehen wir von 2 Wohnungen pro Geschoss aus mit jeweils 100m². Diese Größe passt für eine Familie mit 2-4 Personen und kann trotzdem noch gut finanziert werden. Aufgrund von Umfragen der C&P Consulting können wir hier auch mit einer sehr hohen Auslastung über die Jahre rechnen.

2.3.3 Risikoanalyse der Investition

Aufgrund der Erfahrungen der Beteiligten im Projektmanagement bzw. in der Koordination von Bauprojekten, kann dieses Projekt ohne Angst angegangen werden. Aufgrund der vielen Spezialitäten, die in dieses Haus einfließen sollen, steigt natürlich die technische bzw. finanzielle Herausforderung.

Für die Risikoanalyse werden keine separaten Bereiche heraus gefasst, sondern das ganze Projekt bewertet.

Die geringste Erfahrung besteht in der Vermarktung der Objekte. Hier steht bereits fest, dass die bestehende Firma der Familie reaktiviert wird, oder eine komplett neue Vermarktungs- und Verwaltungsfirma gegründet wird. Das Auftreten gegenüber der Kunden sollte so professionell wie möglich sein, denn das erwartet man, wenn es um gehobenen Standard geht. Abrechnungen, Vorschreibungen und eventuell zukünftige Projekte können unter einem Dach abgewickelt werden.

Die Tätigkeiten eines solchen Unternehmens wären das technische Gebäudemanagement, das die Instandhaltung, Funktionstüchtigkeit der Installationen, Umbau bzw. Sanierung, Versorgung und Entsorgung übernimmt. Das kaufmännische Gebäudemanagement bedeutet die Buchhaltung für das Objekt, das Kosten- und Vertragsmanagement zu führen. Hier gehört vor allem die Kontrolle von Kundenzahlungen, externen Dienstleistern und das Qualitätsmanagement dazu.

Dies dient jedoch ausschließlich für die Verwaltung des Gebäudes.

Das Gesamtprojekt besteht jedoch aus unterschiedlichen Risikogruppen, die alle verglichen und berücksichtigt werden müssen. (siehe Tab 5)

Risikomanagement bei Immobilienneubau

Auswirkung auf						
Lfd. Nr.	Risiko	Qualität	Kostenziele	Zeitziele	Eintrittswahrscheinlichkeit	Risikokennzahl
1	Das Projekt entwickelt sich nicht so wie ursprünglich berechnet, veränderte Entwicklung	1	2	2	30%	1.50
2	Während der Projektphase stellt sich heraus das die berechneten Werte nicht mehr der Wahrheit entsprechen; Planungsfehler	0	2	2	50%	2.00
3	Die Kapitalmittel gehen während der Bauphase aus, wegen unvorhergesehen Schwierigkeiten bzw. Fehlkalkulationen; Finanzierungsproblem	2	1	3	40%	2.40
4	Aufgrund von schlecht abgeschätzten Annahmen, explodieren die Kosten	0	2	2	40%	1.60
5	Annahmen von Werten treffen nicht so ein, falsche Prognose	1	2	1	20%	0.80
6	Der Bau zieht sich in die Länge und der verspätete Termin bringt Absatzprobleme, Zeitfehlkalkulation	0	0	1	80%	0.80
7	Das ganze Projekt bekommt schwierigkeiten mit den Behörden, Genehmigungsproblematik	1	0	2	25%	0.75
8	Der Baugrund bzw. die Substanz des Untergrundes verursacht Problem bzw Mehraufwand - Risiko des Bodens und Baugrundes	2	1	0	10%	0.30
9						0.00
10						0.00

Auswirkungen	
0	keine Auswirkung
1	niedrige Auswirkung
2	mittlere Auswirkung
3	grosse Auswirkung

Bewertungen	
< 0.4	geringe Priorität
0.41 - 0.8	mittlere Priorität
0.81 - 1	hohe Priorität
> 1	sehr hohe Priorität

Tabelle 5 - Risikoanalyse Komplettprojekt

2.3.4 Kurze Zusammenfassung der Projektgröße und des Marktes

Die Projektgröße wurde in diesem Kapitel grob bestimmt und daraus abgeleitet eine globale Bewertung gemacht. Die Infrastruktur und die Lage könnten für dieses Projekt nicht besser sein. Der Bedarf solcher Wohnungen lässt sich etwas schwer abschätzen, jedoch nehmen wir hier die Aussage der Firma C&P als gegeben auf, dass es außerhalb von größeren Städten eher Nachfrage nach „Familienwohnungen“ gibt. Auch der Preisliche Aspekt wurde abgeschätzt und bewertet. Grundsätzlich gehen wir immer von geringeren Einnahmen und höheren Ausgaben aus. Mit dieser Einschätzung brauchen wir keine zusätzlichen finanziellen Sicherheiten zu berechnen.

Die erwarteten Werte aus der Risikoanalyse haben sich bestätigt. Das Bauprojekt hat ein sehr hohes Risiko, zumindest in mancherlei Hinsicht. Der zu erwartende Ertrag liegt zwar in einem hohen Bereich, doch es gibt noch einige Risiken die auf dem Weg dorthin zu klären sind. Hier liegt es an der konsequenten Umsetzung, der genauen Planung, mit genügend Flexibilität und Weitblick für Eventualitäten

Die vorangegangene Berechnung und die Analyse aller Risiken sind die ersten Schritte für das gesamte Projekt. In den folgenden Kapiteln geht es etwas in die Technik, um auch hier die Vorzüge und Nachteile aufzuarbeiten.

3 TECHNISCHE BETRACHTUNG

3.1 Allgemeine Grundvoraussetzungen

Rein technisch gesehen brauchen wir um gewisse Werte zu ermitteln Vergleichsdaten. Im Bereich der Stromgewinnung kommen wir mit Standardsätzen gut zu Recht. Die statistischen Abweichungen sind hier gegenüber der Bundesländer zu vernachlässigen.

Der Standard weicht jedoch in Europa sehr weit voneinander ab. (siehe Tab 4)

	Leistungsverbrauch in kWh
AUT / 1 Personenhaushalt	2250
AUT / 2 Personenhaushalt	3865
AUT / 3 Personenhaushalt	4750
DE / 3 Personenhaushalt	4350
CH / 3 Personenhaushalt	5200

Tabelle 6- Stromverbrauch in Mitteleuropa (D, CH, AUT)

Eine zusätzliche Tendenz die man hier auf alle Fälle berücksichtigen muss, ist dass sich innerhalb von nur 3 Jahren um 10% höhere Bedarfe ergaben. Die Zukunft wird uns belehren, ob man mit konstanteren Werten rechnen kann.

In der Schweiz wurde ein Programm „2000kWh-pro-Haushalt“ ins Leben gerufen, um den Atomausstieg auf die Sprünge zu helfen.

In Europa findet momentan in einigen Ländern das Bekennt zu „Atomstromfreien“-Zonen statt. In Österreich möchte man bis 2015 keinen Atomstrom mehr aus den umliegenden Ländern beziehen müssen. Die Schweiz hat ihren ersten Schritt mit dem Stopp von Neubauten von Atomkraftwerken ja erst am 28. September 2011 bekanntgegeben und Deutschland überlegt ebenfalls bis 2020 aus dem Atomstrom auszusteigen. Hier sind noch zu viele Unbekannte im Spiel, daher kann man noch keinen wirklichen Daten nennen.

Um das Ganze ein wenig in einem kompletteren Licht zu sehen, sollten wir den Energiebedarf auch der anderen Kontinente etwas mitberücksichtigen. (siehe Abb. 6)

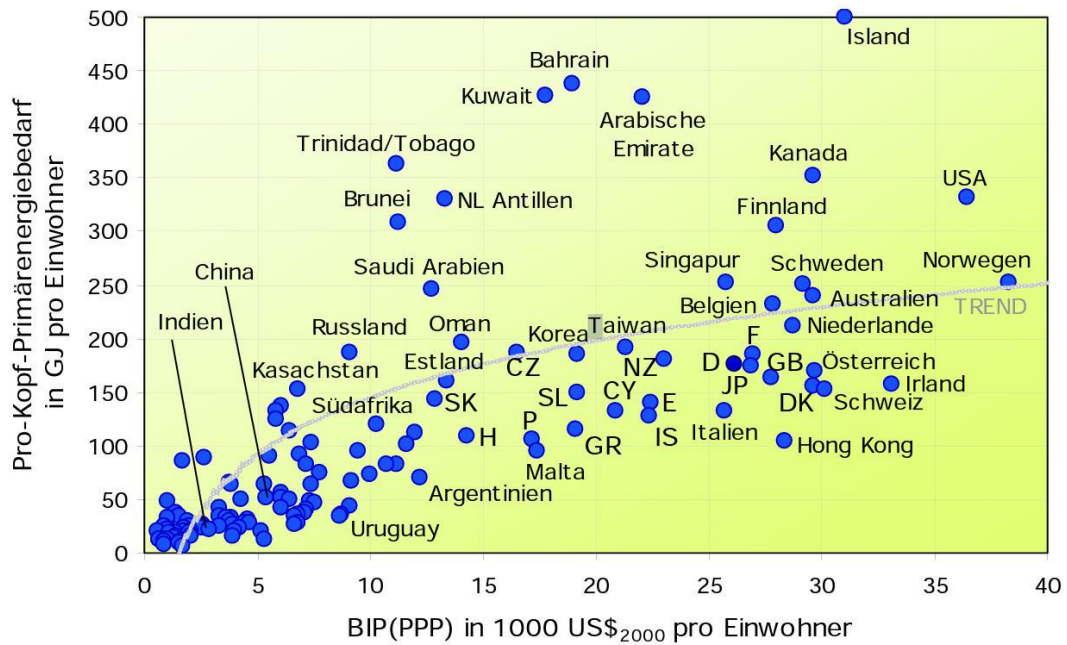


Abbildung 6 - Energiebedarf Pro Kopf bezogen auf das BIP Pro Kopf weltweit ^[01-P]

Warum spielt das in dieser Arbeit überhaupt eine Rolle?

Die Antwort ist sehr einfach. Wenn man heute etwas in ein Haus baut, sollte man zumindest 15-20 Jahre daran festhalten. Die Zeiträume sind natürlich nicht planbar, doch man kann seine eigene Abschätzung dazu geben und vor allem man kann Tendenzen beurteilen. Die Entwicklung des Strompreises wird durch den kollektiven Ausstieg von mitteleuropäischen Staaten, mit Sicherheit nicht nach unten gehen.

Im Heizbereich driften die Energieaufwände jedoch weit auseinander und auch der Standort spielt eine große Rolle. Als kurze Erklärung die Standards die man heute Überschlagsmäßig einsetzt. (siehe Abb. 7)

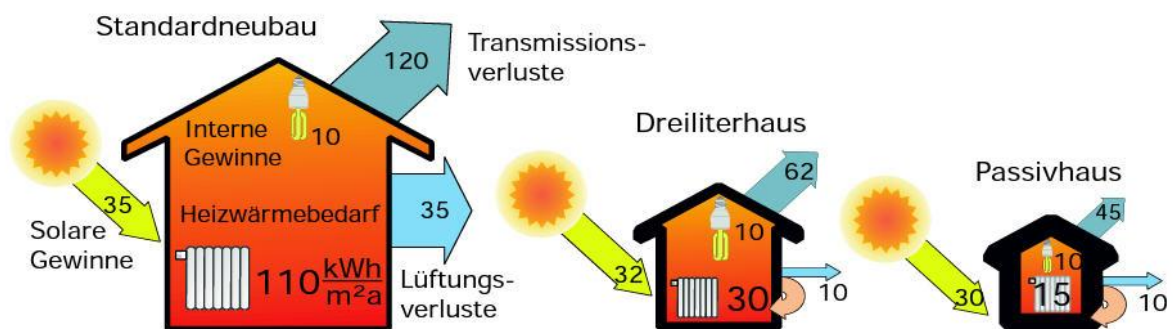


Abbildung 7 - Heizwärmebedarf bei unterschiedlichen Baustandards ^[01-P]

Was heißt das heute in etwa auf herkömmliche Heizsysteme bezogen. Man kann von einer Überschlagsrechnung ausgehen das 1l Öl etwa 10kWh Heizleistung zur Verfügung stellt. D.h. bei einer 100 m² Wohnung braucht man nach oberen Angaben eines Standardneubaues 11000kWh Heizleistung und das bedeutet etwa 1100l Öl. Das Dreiliterhaus hat den Namen ja auch vom Ölverbrauch (3l / (m²/a)) würde daher nur 300l und das Passivhaus nur 150l pro Jahr verbrauchen.

In allen mitteleuropäischen Ländern gibt es hier noch dazu keinen einheitlichen Standard für den Typ des Hauses oder die klare Quantifizierung welche Standards man forcieren möchte.

3.2 Standort Hart bei Graz und klimatische Voraussetzungen

Was in Abbildung 7 nicht berücksichtigt wird ist der Standort. Auf die Jahresdurchschnittstemperatur bezogen gibt es eine Temperaturdifferenz von mehr als 10°C vom wärmsten bis zum kältesten Ort Österreichs ^[02-0]

Die Sonneneinstrahlungswerte für den Bereich Graz bzw. Hart bei Graz liegen im selben Bereich. Die „JRC der European Commission“ hat im Internet eine Webseite freigeschaltet die es erlaubt auf jahrelang gesammelte Statistikdaten bezüglich der Sonnenenergieeinstrahlung zurückzugreifen ^[10-0]. In Graz und Umgebung kann man von etwa 1100-1150KWh/m² ausgehen und die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass das Angebot noch stärker wird. (siehe Abb.8)

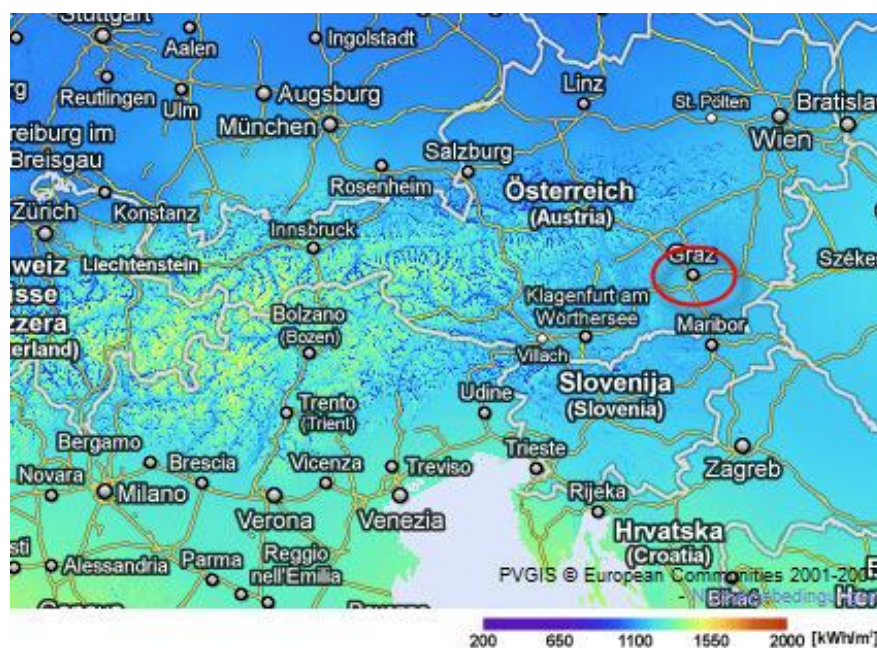


Abbildung 8 - Einstrahlungswerte Graz und Umgebung nach Daten der PVGIS

Temperatureinflüsse oder Sonneneinstrahlung machen sich beim Baustandard nur im Bereich der passiven Strahlungswärme bemerkbar, doch der Verbrauch des fossilen Brennstoffes wird dadurch auf alle Fälle beeinflusst.

Der Baubereich in Hart bei Graz liegt zwischen dem Grazer Becken und dem oststeirischen Hügelland auf etwa 350-500m Seehöhe.

Um etwas berechnen zu können, gibt es die Einheit „Heizgradtage (HGT)“.

Heizgradtage sind Energieverbrauchskennwerte für Gebäude und geben den Wärmeverbrauch in einer Heizperiode wieder und berechnen sich aus dem Unterschied zwischen der mittleren Raumtemperatur und der mittleren Außentemperatur. In Österreich und der Schweiz werden $HGT_{20/12}$ verwendet. „20“ beschreibt hier die Innentemperatur der Wohnung beziehungsweise des Hauses an. „12“ gibt die Heizgrenze an, ab der man wieder zu heizen beginnt^[02-P]. Die Tage werden so bestimmt, dass man die Durchschnittstemperatur eines Tages braucht und wenn diese unter 12°C fällt, hat man an diesem Tag eine Differenz zwischen 20°-Tagesdurchschnittstemperatur. Das ergibt die Heizgradtagszahl. Summiert auf einen Monat ergibt das eine gesammelte Heizleistung für einen Monat.

Für Hart bei Graz ergibt das folgende Verteilung für die Anzahl der Heizgradtage und Heizgradtage selbst (siehe Abb. 9-11))

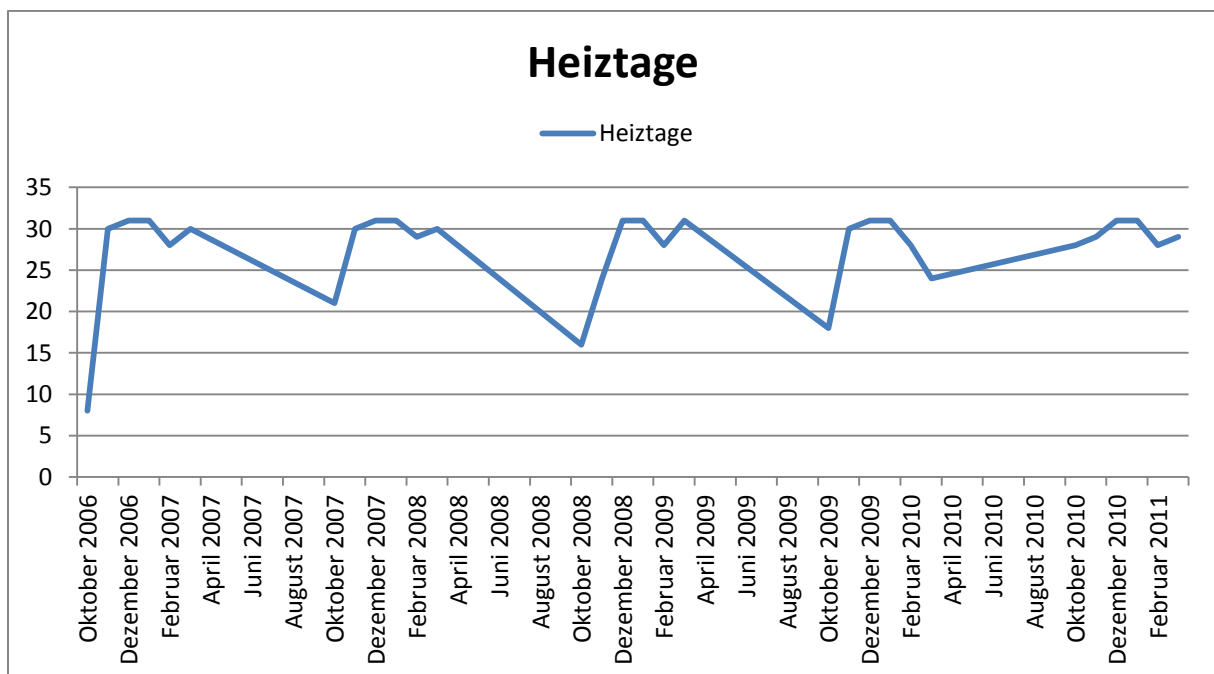


Abbildung 9 - Diagramm Anzahl Heiztage für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG^[11-0])

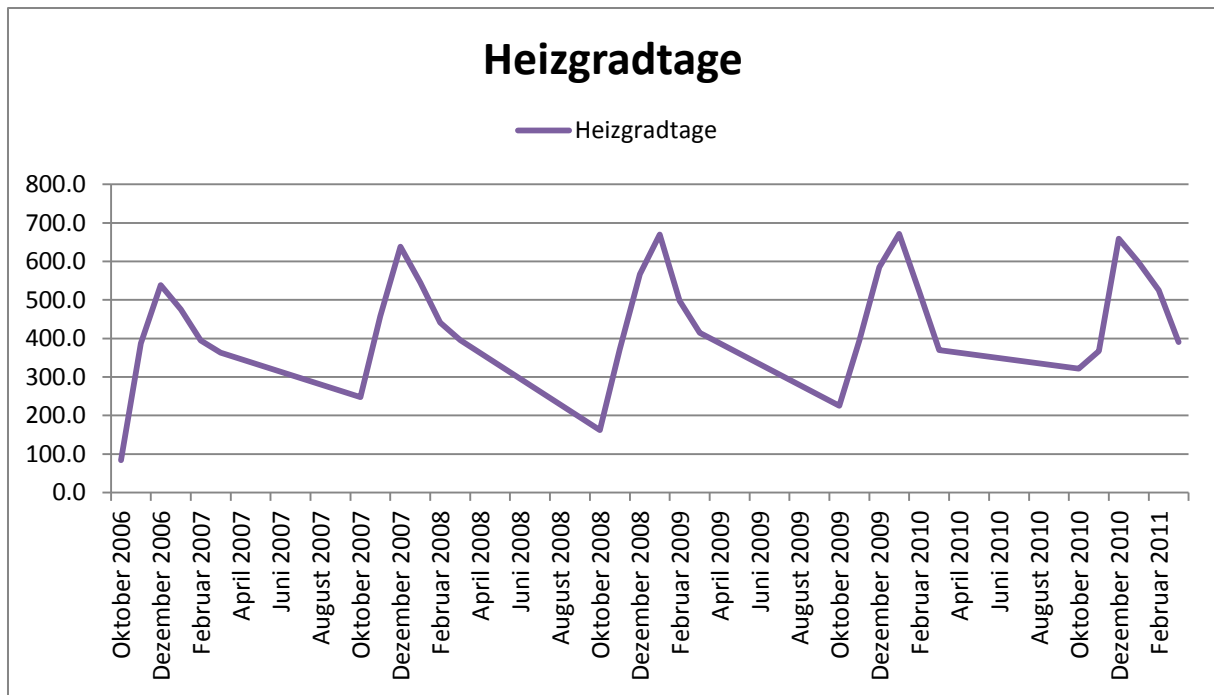


Abbildung 10 - Heizgradtag für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG^[11-0])

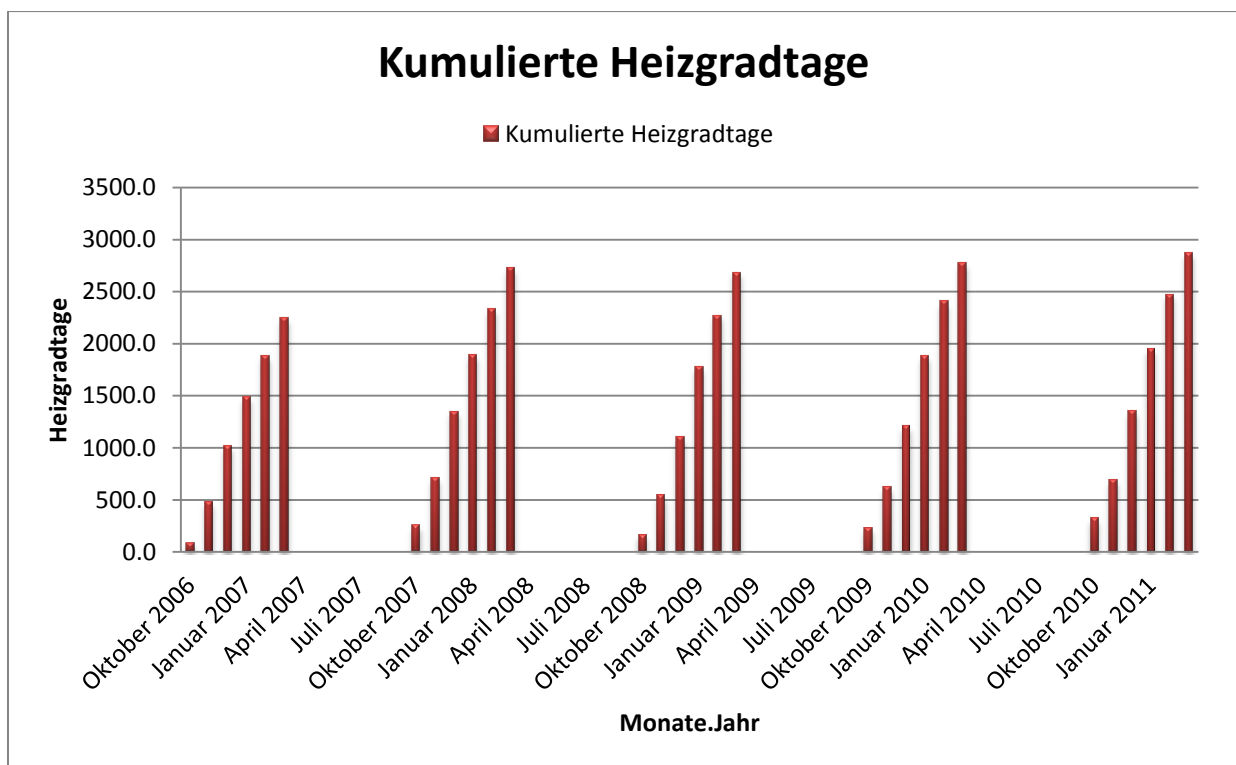


Abbildung 11 - Kumulierte Heizgradtage für Hart bei Graz von 2006-2011 (Daten ZAMG^[11-0])

Die Erkenntnisse aus diesen Diagrammen sehen wie folgt aus:

- Die Anzahl der Heiztage differiert nur um 10% maximal
- Der mildeste Winter brauchte im Vergleich zum stärksten um 21% niedrigere Heizleistung

- Die Monatsheizleistung selbst weicht extrem ab von Jahr zu Jahr (selber Monat)

Unter all diesen Gesichtspunkten gehen wir bei der Berechnung der Heizleistung vom schlimmsten Winter aus. In den leichteren Wintern hat man dadurch noch Reserven oder kann bei einer kombinierten Heizung einen Teilbereich abschalten. Das Maximum liegt bei 2860Kd (Kelvin * Tage) und berücksichtigt nur die Wintermonate. Die restlichen Monate zwischen April und September werden als statistisch unwichtig eingestuft.

Diese Einheit gibt aber erst die Intensität bzw. die Rauheit der Umgebung an. Um auf den effektiven Heizenergiebedarf zu kommen, braucht es eine Bewertung der Wärmeverluste des Mietshauses. Die Bewertung bedarf jedoch der kompletten Analyse der Bausubstanz und dies ist nicht Inhalt dieser Arbeit.

Das österreichische Institut für Bautechnik ^[12-0] hat hierfür empirische Näherungswerte zur Verfügung gestellt für unterschiedliche Baustile bzw. Bauarten. Aufgrund der Vielfalt der Bauweisen (Mauerdicken, Maueraufbau, Dämmungen, Fenstertyp, Glasdicken, usw.....) kann dies nur eine Näherung sein.

Diese Berechnung ist angenähert an die Auslegung nach ÖNORM B 8135. (siehe Tab.7)

Grobberechnung Gesamtwärmeverlust

Bauteile	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Korrekturfaktor	A*U*F [W/K]
Erdberührte Fussböden	200	0.35	0.15	10.5
Aussenwände	600	0.12	1	72
Fensterflächen	90	1	1	90
Aussentüren	6	1.5	1	9
Dach/oberste Geschossdecke	200	0.18	1	36
Bruttorauminhalt Gebäude	1560	0.5	0.14	109.2
Gesamtwärmeverlust				326.7

Berechnung Heizwärmeleistung auf Basis HGT20/12

Gesamtheizleistung = HGT2012 * 0.024 * Gesamtwärmeverlust

Gesamtheizleistung = 2860 * 0.024 * 326.7

Gesamtheizleistung = 22425 KWh/Jahr

Auf Basis 3l-Haus	
Gesamtheizleistung=Heizleistung/m ² /Jahr*Gesamtfläche Haus	
Gesamtheizleistung=30KWh/Jahr*600	
Gesamtheizleistung=	18000 KWh/Jahr

Tabelle 7 - Grobberechnung der Heizwärmeleistung

Man sieht welchen Einfluss der Standort und der Baustil auf die Heizkosten haben können. Für die Auslegung der Heizungsgröße nehmen wir den annähernd nach Norm berechneten Wert der Jahresleistung.

3.3 Technischen Rahmenbedingungen der Heizungskonzepte

Die Grundvoraussetzungen sind gelegt und damit können wir alle derzeit wirtschaftlichen Erneuerbaren Energien einmal ansehen und etwas aufarbeiten. Der Fokus in diesem Kapitel liegt auf der Beschreibung der Funktionen und Berechnung der Kosten für dieses System. Bauliche Maßnahmen werden hier nur ergänzend bewertet, wenn es Auswirkung auf die Größe, den Grundriss oder andere finanzielle Mehreinflüsse hat.

Um überhaupt vergleichen zu können brauchen wir nicht nur den Jahresleistungsbedarf sondern ebenfalls die Leistung der Heizung.

Aus dem Jahresleistungsbedarf lässt sich auch der Wärmebedarf der Heizung ausrechnen nach DIN 4701 oder nach EN 12831 die Heizlast. Das wurde in unserem Fall mit der Software SSS der Firma Software Special Service GmbH^[14-0] durchgeführt. Die Firma stellte eine Demoversion für Studenten zur Verfügung, jedoch nur für einen Berechnungsgang. Normalerweise ist es möglich mit dieser Software sämtliche Auslegungen zum machen, die in Verbindung mit der Architektur, Heizung, Sanitär, Lüftung, usw. gebraucht werden.

Die Heizleistungen betragen nach DIN4701 11,3KW und nach EN 12831 18KW. Aufgrund der extrem aufwendigen Eingabe der Daten und einiger ungelöster Probleme, die sich erst nach der Auswahl des Layouts ergeben, gehen wir mit der Heizlast von 18KW weiter in der Berechnung. Im Grunde geht es ja auch nur um einen Vergleich zwischen den Heizungstypen. Wenn man in einem weiteren Projekt das konkrete Haus mit den layoutspezifischen Daten nochmal berechnet, kommt man zur korrekten Leistungsbestimmung.

3.3.1 Geothermie bzw. Wärmepumpe für ein Mietshausprojekt

Die Geothermie legt etwas zu Grunde dass sehr sinnvoll ist, nämlich die Nutzung der verhältnismäßig heißen Erdkugel. Etwa 99% der gesamten Erdmaße hat eine höhere Temperatur als 1000°C und der Rest ist ebenfalls zu 90% heißer als 100°C.

Das heißt es wäre ein Einfaches diese Wärme anzuzapfen. Vom Gesamtaufbau der Erde geht man von einem Schalenaufbau in Kern, Mantel und Kruste aus. Der Kern ist aufgeteilt in einen festen inneren Kern mit Temperaturen bis zu 6500°C und einem äußeren Kern der flüssig ist.

Die Kruste stellt für uns die einzig verfügbare Zone der Erde dar, weil sie selbst bereits 40km Dicke aufweist. Stand der Technik heute sind Bohrungen bis zu 12-15km Tiefe möglich, jedoch nur mit extremen Aufwand und Kosten.

Als Übersicht noch der Schalenaufbau der Erde. (siehe Abb. 12)

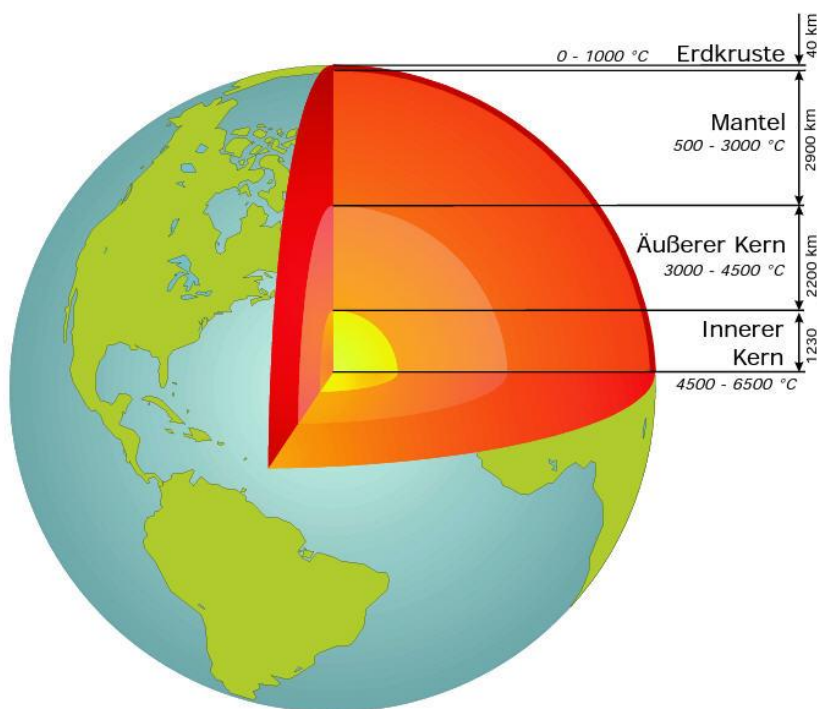


Abbildung 12 - Darstellung der Erde [05-P]

Das Potential der Geothermie für die Zukunft ist ebenfalls riesig, wenn man auch technisch in andere Bereiche vordringen kann. Aus dem Blick der Verfügbarkeit und der Gleichmäßigkeit handelt es sich hier ebenfalls um eine sehr zukunftssträchtige Energieform.

Für ein Hausbauprojekt geht man heute meistens den Weg einer Wärmepumpe. Das Prinzip der Wärmepumpe ist schon über 150 Jahre alt und wurde vom britischen

Physikprofessor Lord Kelvin entwickelt und weiter erforscht. Anfang des 20. Jahrhunderts war man auch daran diese Technologie weiter zu entwickeln und für Heizzwecke einzusetzen, doch der technische Aufwand, die damaligen Möglichkeiten und vor allem der günstige Rohstoff „Öl“ brachten die Erforschung zum Erliegen.

Es gibt viele Möglichkeiten einer Wärmepumpe:

1. Grundwasser (Wasser/Wasser)
2. Erdreich, Erdwärmetauscher/Erdkollektor (Sole/Wasser)
3. Erdreich, Erdsonde (Sole/Wasser)
4. Umgebungsluft (Luft/Wasser)

Für die Lage des Hauses sind nur Punkt 2 und 3 sinnvoll und wirtschaftlich interessant. Aufgrund von Forschung der ETH Zürich hat die 2. Lösung jedoch einen gravierenden Nachteil, denn das ständige Entziehen von Wärme über eine große Fläche laugt den Boden über seine Belastungsgrenze aus, dass das Wachstum in Zukunft auf diesem Boden gefährdet ist ^[13-O]. Daher wird für diese Arbeit nur die Variante mit Erdsonde angesehen. Die Machbarkeit wurde bereits mit einem geologischen Gutachten bestätigt, daher macht dieser Weg auf alle Fälle Sinn. (siehe Abb. 13)

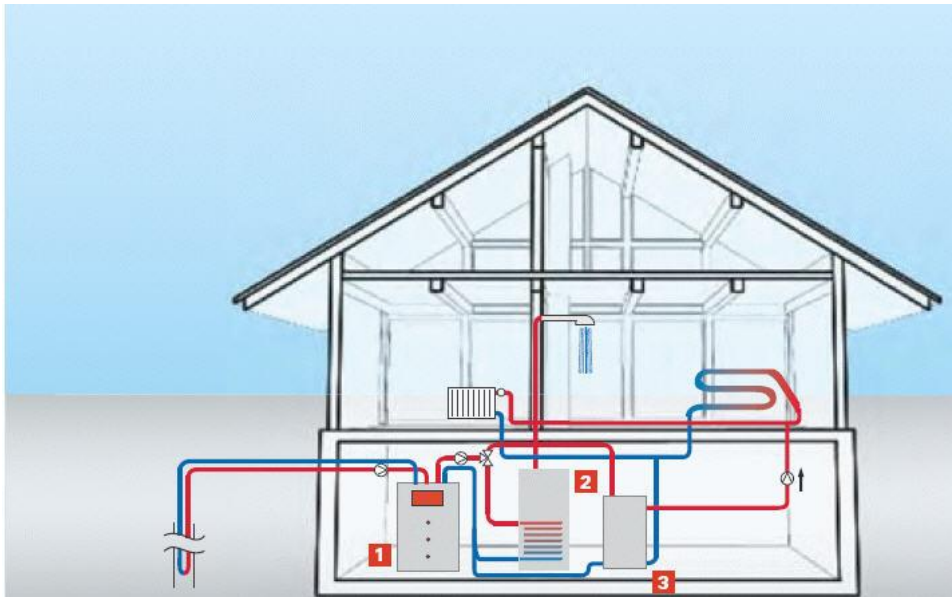


Abbildung 13 - Schema einer Erdsondenwärmepumpe (Quelle: Fa. Viessmann)

Station 1 ist die Wärmepumpe, 2 ist der Speicher für Warmwasser und 3 der Heizpufferspeicher.

Grundsätzlich kommen 3 verschiedenen Prinzipien der Wärmepumpe in Frage.

1. Die Kompressionswärmepumpe
2. Die Absorptionswärmepumpe
3. Die Adsorptionswärmepumpe

Die Adsorptionswärmepumpe ist momentan noch in Erforschung und kommt daher für den wirtschaftlichen Einsatz noch nicht in Frage.

Das Prinzip der Kompressionswärmepumpe basiert auf einem Kältemittel mit sehr niedrigem Siedepunkt, wo der Verdampfungsprozess bei niedrigen Temperaturen beginnt und unter höherem Druck jedoch wieder hohe Temperaturen erreichen kann. Man benötigt für die Verdampfung nur die Erdwärme und eine sehr niedrige Temperaturdifferenz, die von einem separaten Kreislauf erbracht wird.

Der Knackpunkt des Prinzips ist das dampfförmige Medium (Kältemittel), dass durch einen elektrischen Verdichter eine sehr hohe Kompression erfährt und sich aufgrund dessen stark erwärmt. Im Kondensator wird dann das gasförmige Medium wieder verflüssigt und die Nutzwärme die daraus entsteht wird für den Heizprozess der Räume bzw. des Warmwassers genutzt. (Prinzip siehe Abb. 14)

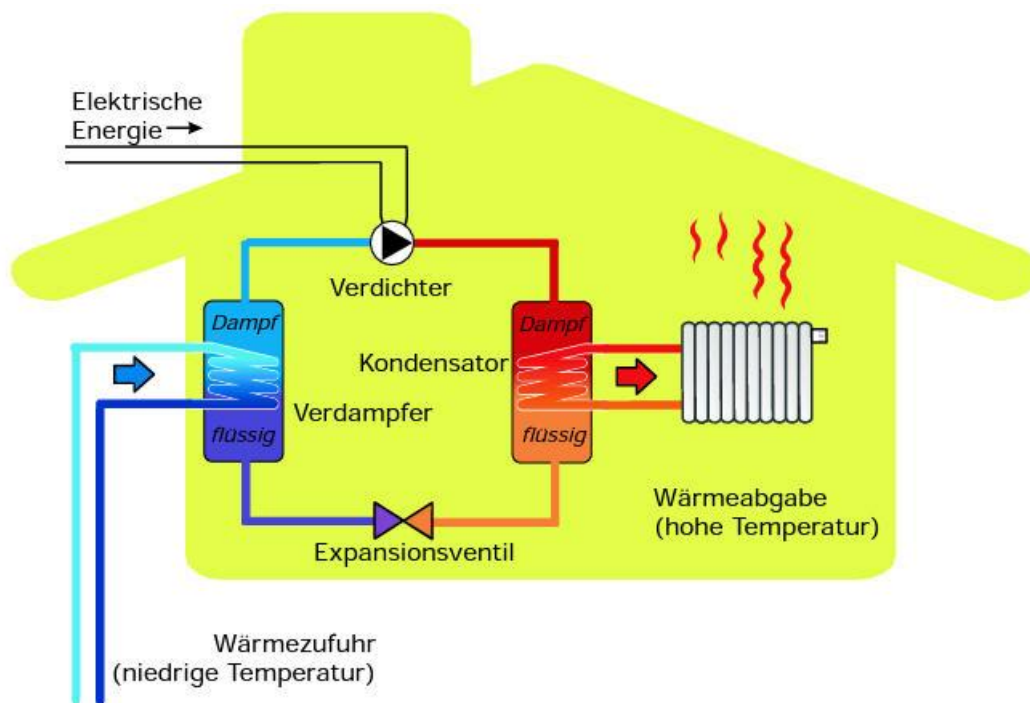


Abbildung 14 - Kompressionswärmepumpenprinzip ^[01-P]

Die Zufuhr der elektrischen Energie von außen in den Prozess und das gelegentliche Nachfüllen der Flüssigkeiten sind die einzigen Kosten für dieses Heizprinzip.

Die Absorptionswärmepumpe bzw. das Prinzip (siehe Abb. 15) sieht sehr ähnlich aus, jedoch tauscht man den elektrischen Verdichter durch einen Thermischen aus. Die Funktion wird ebenfalls durch den Niedertemperaturwasserkreislauf in Betrieb gesetzt. Der Kältemittelkreislauf wird etwas komplizierter, denn der thermische Verdichter setzt dem Wasserkreislauf beispielsweise Ammoniak zu und dadurch entsteht durch den Vorgang der Sorption ein höheres Wärmepotenzial. Hier wird jedoch kein hoher Druck aufgebaut wie beim vorangegebenen Prinzip. Um den Kreislauf am Leben zu erhalten wird über den Austreiber das Trägermedium wieder vom Lösungsmittel getrennt. Zum Austreiben wird jedoch eine Hochtemperaturwärme benötigt. Das wäre bei diesem Prinzip die zusätzliche Energie, die zugeführt werden muss, entweder über eine Solaranlage oder einen anderen Heizprozess. Die zugeführte Wärmeenergie ist jedoch sehr viel kleiner, wie die abgegebene Nutzwärme.

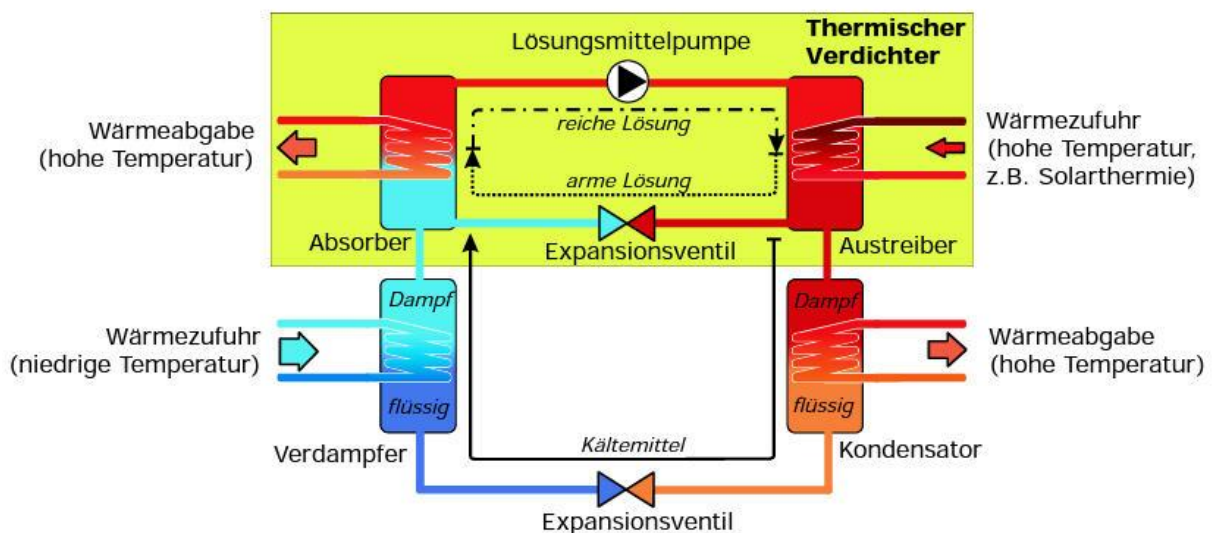


Abbildung 15 - Absorptionswärmepumpenprinzip ^[01-P]

Dieses Sorptionsprinzip kann auch umgekehrt genutzt werden bei Kältemaschinen, oder man kann aus diesem Kreislauf auch eine Klimaanlage für das Haus erstellen und das mit dem Heizkreislauf kombinieren. Das Prinzip wird einfach auf den Kopf gestellt (siehe Abb. 16)

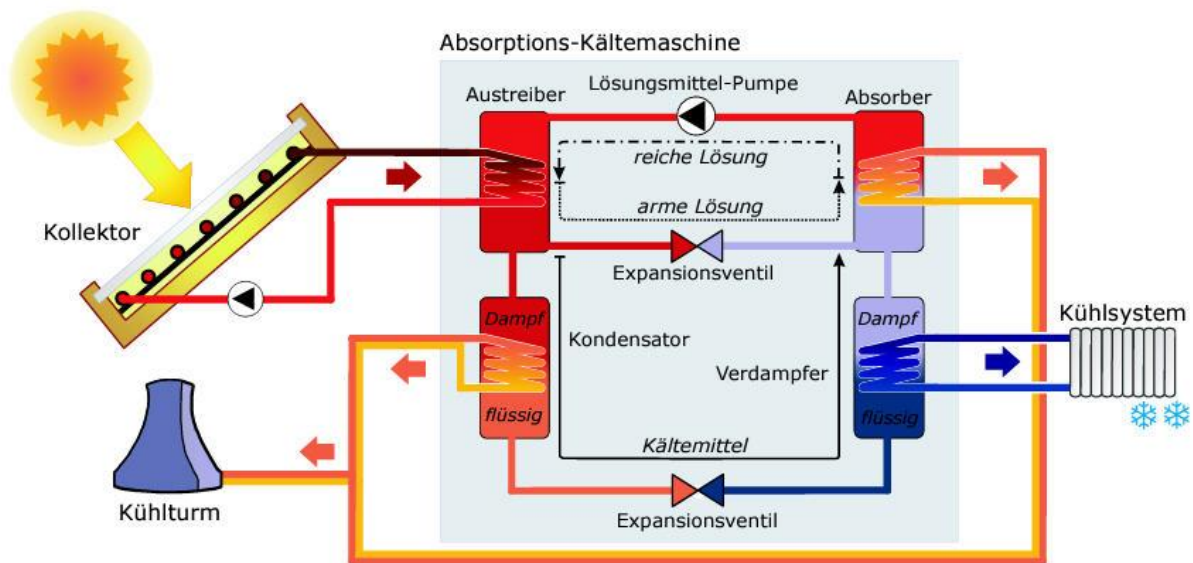


Abbildung 16 - Kühlen mit der Sonne, Prinzip Klimaanlage mit Sorption ^[05-P]

Eine Klimaanlage eventuell mit derselben Anlage zu betreiben, klingt vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sehr interessant. Jedoch sind für die Klimatisierung mehrere Möglichkeiten vorhanden und möglicherweise auch sinnvoller.

Wandkühlungen für den Sommer, die mit dem Heizsystem gekoppelt werden können oder Frischluftzufuhr mit konstanter Temperatur sind nur 2 Eventualitäten.

Die Wärmepumpe wird jedoch erst dann zu einer CO₂-neutralen Heizform, wenn der zugeführte Strom ebenfalls aus regenerativen Energien stammt ^[04-P]. Das muss auf alle Fälle mit berücksichtigt werden bei der Art zu Heizen und macht auch die eigene Stromgewinnung wieder interessanter. In verschiedenen Ländern gibt es mittlerweile auch eigene Stromtarife für Wärmepumpensysteme, jedoch kann man sich in Österreich genau diesen Energiemix nicht aussuchen.

Die Preisdifferenz der beiden Prinzipien liegt in etwa bei 20% nach dem Vergleich der Angebote von unterschiedlichen Lieferanten. Aufgrund des einfacheren Aufbaus einer Kompressionswärmepumpe, des etwas höheren Wirkungsgrades und der Möglichkeit den eigenen Strom für den Betrieb einzusetzen, verfolgen wir nur diese Variante in der Berechnung weiter.

Für die Leistungsberechnung nehmen wir den Wert von 18KW. Die Untergrundbeschaffenheit zeigt in diesem Gebiet, dass man mit einer Leistung zwischen 60 und 80W/m rechnen kann. Weiters werden nur Angebote mit einer Jahresarbeitszahl von 4.5 und höher weiterverfolgt. Die Jahresarbeitszahl gibt das Verhältnis zwischen Jahresheizleistung zu verbrauchter elektrischer Energie für die

gesamte Anlage (Pumpe, Umwälzung, usw.). In unserem Fall wollen wir den Stromverbrauch wissen, denn die JAZ=4,5 kann man als unterstes Limit einsetzen.

$$JAZ = \frac{\text{Jahresheizleistung}}{\text{elektrische Leistung}} \quad \Rightarrow \quad Pel = \frac{\text{Jahresheizleistung}}{JAZ} = \frac{22425}{4,5} = 4985 \text{ kWh}$$

Investitionskosten	
Wärmepumpe	9500
Zubehör (Kombispeicher, Ausdehnung, usw.)	3150
Montage	2850
3 Erdsondenbohrungen (gesamt 3x100m Tiefenbohrungen)	11800
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust.	27300
Ust.	5460
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	32760

Tabelle 8 - Investitionskosten Wärmepumpe

Die Stromkosten pro verbrauchte Kilowattstunde beträgt beim größten Anbieter im Großraum Graz 20.5 Eurocent/kWh für Ökostrom^[15-0]. Aus diesen Werten ergeben sich laufende Kosten von maximal 825€/Jahr. Das Maximum bezieht sich darauf, dass die Stromversorgung auch intern geregelt werden könnte.

Damit sind für den weiteren Vergleich die einmaligen und laufenden Kosten soweit bestimmt. Man sieht schon heute, dass sich viele Einfamilienhäuser nach einer so niedrigen Heizrechnung sehnen würden und in unserem Fall betrifft das eine Wohnanlage mit 600m².

3.3.2 Einsatzformen von Biomasse

Biomasse ist ein sehr breiter Begriff. Grundsätzlich kann man für Biomasse alles ansetzen, was Wurzeln hat, sich unter gewissen Umständen vermehrt und auch einen vertretbaren Heizwert besitzt. Keine Angst wir machen keine Leichenverbrennungsanlage, denn der Geruch wäre nicht zu ertragen in einem Wohngebiet.

Weshalb gelten Biomasseheizungen überhaupt als CO₂ neutral? Wenn man die Gesamtbilanz einer Pflanze ansieht, dann wandelt sie während des Tages, wenn die Sonne scheint mit der Photosynthese CO₂, Nitrate, Schwefelverbindungen in Sauerstoff O₂, oder eventuell in reines Schwefel um. Das heißt, das Pflanzen über ihren wachsenden Lebenszyklus viel CO₂ binden und damit eine positive Bilanz

erstellen. Werden sie danach „geerntet“ und getrocknet bzw. anders weiter verarbeitet, bleibt diese Bilanz gleich oder verschlechtert sich durch zugeführte Energie während der Umwandlung. Spätestens bei der Verbrennung entsteht je nach Verfahren mehr oder weniger Schadstoff. Je nach Reinheit entstehen neben CO₂ bei der Verbrennung auch noch andere Nebenprodukte wie CO, Schwefel, usw. Daher wird es auch hier notwendig sein ein geeignetes Verfahren auszusuchen.

In diesem Kapitel möchte ich alle Möglichkeiten kurz anschneiden und dann aber nur die verbreiteten Technologien mit berücksichtigen. Für alle Heizungskonzepte gilt im Grunde dasselbe. Sie müssen zu einem sehr hohen Grad automatisiert, wirtschaftlich interessant, umweltverträglich nach eigenen Kriterien, auf bzw. umrüstbar und möglicherweise kombinierbar sein. Hier scheiden sich die Geister, doch es ist noch immer vieles möglich.

In Zentraleuropa ist die Biomasse zwar verbreitet, jedoch ist der Anteil an Primärenergieversorgung sehr unterschiedlich. In Deutschland kann man aktuell von etwa 3-4% ausgehen, doch in Österreich liegt man hier weit höher. Etwa bei 10-12% liegen die Schätzungen. Die Verfügbarkeit und der Ausblick für die Zukunft können für einzelne Regionen aufgrund höherer Flächendeckung lohnend sein, jedoch kann man das nicht als Patentrezept anwenden. Auch ein Ausblick der TU Wien ^[17-O] zeigt die mögliche Entwicklung der Biomasse in Österreich auf, jedoch bewegt sich das Potential auf einem niedrigen zweistelligen Prozentbereich der Primärenergie in Österreich. (siehe Tab. 9)

	Kumuliert installierte Leistung Ö [MW]	Szenario Ö (Kumuliert MW)				
	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Biogasanlagen	51.0	111	178	301	387	516
ORC-Anlage	16.3	32	32	65	65	98
Hackschnitzel-Heizkraftwerk m. Dampfturbine	107.1	337	369	676	708	1,015
Vergasung	2.6	3	4	6	8	9
Biodiesel	164.3	645	854	1,510	1,718	2,374
Bioethanol	2.0	204	589	821	1,206	1,438
FT	1.0	2	131	256	518	698
Stückholz-Kessel	7,741.1	8,655	10,380	11,715	13,440	14,776
Pellets-Kessel small scale (<100 kW)	694.1	1,667	2,738	4,317	5,389	6,968
Hackgut-Kessel small scale (<100 kW)	1,822.4	2,699	3,580	4,991	5,880	7,294
Hackgut-Kessel large scale (>100 kW) und Fernwärme	3,145.7	4,939	6,523	9,381	10,997	13,865

Tabelle 9 - Biomassepotential Ausblick bis 2050 (Quelle TU Wien)

Beim aktuellen Jahresenergieverbrauch von etwa 1500PJ (Petajoule – etwa 417'000'000MWh) liegt die Jahresleistung aller Biomasseanlagen kumuliert bei 49'901'540MWh und das heißt etwa 12%. Mit der zu erwartenden Steigerung bis 2020 liegt man bei einer Verdopplung der Leistung trotzdem nur bei 17,5%. Die neu wachsenden Ressourcen (Wald, Halmartige Biomasse, Biogasssubstrate, Klär bzw. Deponiegas und Energiepflanzen) wären jedoch etwa bei 30% der aktuellen Leistung. Noch immer zu wenig um wirklich den großen Anteil des Öles zu übernehmen, doch eine sehr gute Alternative.

a. Holz und alle Spaltprodukte davon

Wenn man heute von Biomasse spricht, redet man eigentlich von Holz in seinen unterschiedlichsten Formen. Die gängigsten Formen des Holzes sind das Scheitholz (oder auch Rundholz), Holzbriketts, Pellets oder Hackschnitzel.

Rundholz ist generell der Ursprung. Durch spalten dieser Form wird daraus das Scheitholz erzeugt. Das Scheitholz oder andere Verschnittreste können gehäckselt und danach zu Hackschnitzeln umgeformt werden. Aus dem Abfall von Säge und oder Häckselprozess kann man durch Verpressen entweder Pellets oder Briketts erhalten.

Man sieht schon das durch unterschiedlichste Weiterverarbeitungen und Energiezuführungen, verheizbare Rohstoffe entstehen die eine höhere Energiedichte aufweisen als das Urprodukt. Die Energiebilanz sieht jedoch etwas komplizierter aus, denn die Grundmaterialien zur Weiterverarbeitung zu Pellets oder Briketts wären ohnehin in einem Sägewerk angefallen und müssen nur mehr der Verpressung zugeführt werden.

Aufgrund der Automatisierung und der Lagerdichte kommen am ehesten Pellets und Hackschnitzel in Frage, denn diese sind mittlerweile flächendeckend beziehbar, einfach weiterverarbeitbar und vor allem entsprechen sie einer strengen Normung in Österreich. Dadurch lassen sich die Heizwerte, die Lagergröße, der Verbrauch, usw. sehr gut berechnen und sie sind direkt aus der Region beziehbar.

Die wichtigsten Qualitätsmerkmale nach Ö-Norm M 7133 von Hackschnitzel sind:

- Kantenlänge – 30-50mm
- Heizwerte – 3,3-4,3kWh/kg (je nach Feuchtigkeit)
- Raumgewicht / Schüttdichte – 160-250kg/m³

- Wassergehalt sehr breit gefächert (20-50%)

	Hackgut- klasse	Klassen- grenzen	Erläuterung
Wassergehalts- klassen (Wassergehalt bezogen auf feuchte Masse)	W 20	< 20%	lufttrocken
	W 30	20-30%	lagerbeständig
	W 35	30-35%	beschränkt lagerbest.
	W 40	35-40%	feucht
	W 50	40-50%	ernte frisch
Schüttdichte- klassen: (Angaben für astfreien Zustand)	S 160	<160 kg/m³	geringe Schüttdichte
	S 200	160-250 kg/m³	mittlere Schüttdichte
	S 250	>250 kg/m³	hohe Schüttdichte
Aschegehaltsklassen	A 1	<1%	geringer Aschegehalt
	A 2	1-1,5%	erhöhter Aschegehalt

Hackgut- klasse	zulässige und jeweilige Bandbreite für Teilchengröße (Siebanalyse)				zulässige Extremwerte für Teilchen	
	max. 20 %	60-100%	max. 20%	max. 4%	max. Querschnitt	Länge
G 30	>16 mm	16-2,8 mm	1,8-1 mm	<1 mm	3 cm²	8,5 cm
G 50	<31,5 mm	31,5-5,6 mm	5,6-1 mm	<1 mm	5 cm²	12 cm
G 100	>63 mm	63-11,2 mm	11,2-1 mm	<1 mm	10 cm²	25 cm

Abbildung 17 - Normung Hackschnitzel Ö-Norm M 7133

Die wichtigsten Qualitätsmerkmale nach Ö-Norm M 7135 von Holzpellets sind:

- Durchmesser bzw. Länge – Ø5-6 und 8-30mm Länge
- Minimalheizwert – grösser als 5 kWh/kg
- Raumdichte – 650kg/m³
- Grenzwerte für Wassergehalt, Aschebildung, Schwefel, Stickstoff, Chlor und Abrieb (Zerbröckeln von Pellets – Staub)

Scheitholz spielt aufgrund der aufwendigen Automatisierung und der Qualitätsunterschiede des Brennwertes in dieser Arbeit keine Rolle. Die jährlichen Kosten wären weit höher und die Überwachung der Anlage ist ebenfalls aufwändiger. Der einzige große Vorteil dieser Art der Heizung wäre das Holz in seiner natürlichen Form zu belassen und nur grob zu zerkleinern, doch man würde hier teilweise Holz verbrennen, das auch für Möbel oder Anwendungszwecke in Frage käme.

Die Gegenüberstellung der Kosten von Hackschnitzel und Pellets (siehe Tab. 10)

Investitionskosten (in €)		
	Hackschnitzel	Pellets
Lageraum für Heizmedium	2700	2500
Mehrkosten für Lageraum	2000	0
Förderanlage für Heizmedium	800	1150
Brennkessel mit Sicherheitssystemen	6840	8500
Ascheaustragungen - Behälter	1650	1250
Pufferspeicher	3000	3000
Montage	850	1080
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust	17840	17480
Ust	3568	3496
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	21408	20976

Tabelle 10 - Investitionskosten Biomasse Pellets und Hackgut

Die Investitionskosten sind jedoch nicht die einzige Quelle, denn die jährlichen Kosten müssen hier auch noch berücksichtigt werden. (siehe Tab. 11)

Jährliche Kosten (in €)		
	Hackschnitzel	Pellets
Basis 22425kWh pro Jahr / hohe Qualität (10% Feuchte oder geringer)		
Benötigtes Raumvolumen in m3 für ein ganzes Jahr	24.375	6.9
Masse des Brennstoffe pro Heizsaison in kg	5606.25	4485
Kosten pro kg		0.21175
Kosten pro m3	28	
Stromkosten für Förderung bzw. Gebläse	350	195
Jahresheizkosten exkl. Ust	1032.5	1144.70
Ust	206.5	228.94
Jahresheizkosten inkl. Ust	1239	1373.64

Tabelle 11 - Laufende Kosten Biomasse Pellets und Hackgut

Nach den Recherchearbeiten haben Händlerbefragungen in der Steiermark und gesamtösterreichisch ergeben, dass Pellets professionell vertrieben^[19-O] werden und bei Hackgut eine sehr hohe Volatilität der Preise und der Verfügbarkeit besteht. Das ist zwar kein Ausschlussgrund, jedoch gilt es bei der Beschaffung immer zu Berücksichtigen. Aufgrund des hohen Platzbedarfes für Hackgut gegenüber der Pellets (3,5-fache) müsste eventuell mehrfach befüllt werden pro Jahr und das würde den Preis für die Einzellieferung eventuell noch nach oben treiben. Damit sind die Basiswerte für die weiteren Berechnungen aufgearbeitet. Man sieht schon, dass es auch bei ähnlichen Materialien, Unterschiede gibt.

b. Bioöl, Biodiesel, BtL-Kraftstoffe

Dieses Unterkapitel wurde nur aus dem Grund hinzugefügt, um die Vielzahl an Möglichkeiten aufzuzeigen, die man biologisch herstellen könnte.

Bei Bioöl oder auch Pflanzenöl gibt es 100 oder sogar 1000 verschiedene Pflanzen aus denen man Öl gewinnen könnte. Die Bekanntesten sind Raps, Soja, Palmöl, Mais und Sonnenblumen. Die Pflanzen werden gemahlen, verpresst bzw. durch Extraktion wird der Rohstoff gewonnen. Das übriggebliebene Presswerk kann als Tierfutter oder anders weiterverarbeitet werden. Derzeit werden Bioöle als Zugaben für die Automobilkraftstoffe oder als reiner Treibstoff bei umgebauten Dieselmotoren

verwendet. In der Beheizungsindustrie gibt es bisher nur vereinzelte Projekte, jedoch noch keine Serienheizungen mit Kennwerten zu kaufen.

Biodiesel ist eine Weiterentwicklung und kommt Treibstoffen schon viel näher. Oft wird hier Rapsöl verwendet und umgeestert und daraus entsteht danach ein Rapsöl-Methylester (RME) ^[06-P] Doch wie Bioöle werden auch die veredelten Formen eher als Treibstoffzusatz verwendet.

BtL-Kraftstoffe sind künstlich hergestellte Treibstoffe, die als 100% Ersatz für die jetzigen Benzin und Diesel eingesetzt werden sollen. Der Vorteil dieser Herstellungsart ist, dass die gesamte Pflanze verwendet werden kann und auch für den Prozess benötigt wird. Der Herstellungsprozess bildlich dargestellt gibt am besten die Komplexität dieses Verfahrens wieder. (siehe Abb. 18)

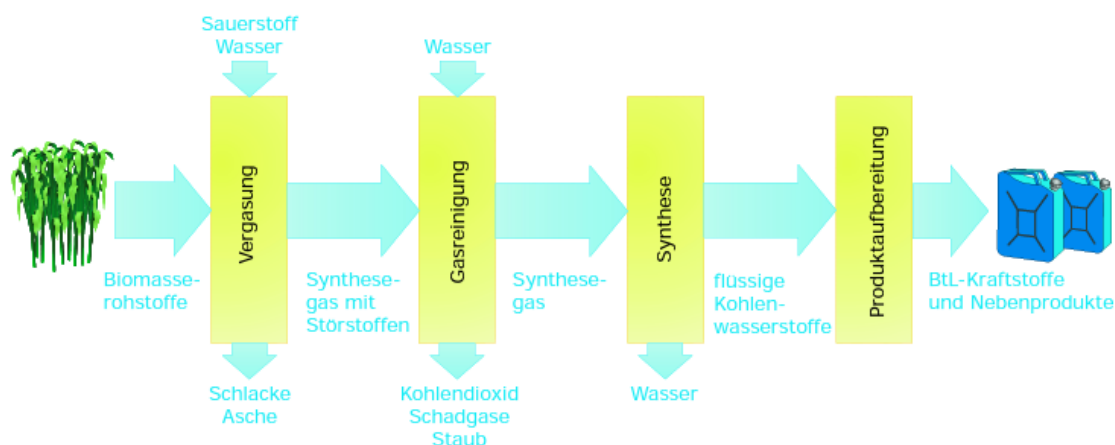


Abbildung 18 - Herstellungsprinzip von Biomass-to-Liquid (BtL) Kraftstoffen ^[01-P]

Generell sind BtL-Kraftstoffe noch in der Entwicklung und die während dem Prozess entstehenden Schadstoffe sind noch ein großes Problem für die Industrialisierung.

Aus den 3 Varianten von Biotreibstoffen gibt es noch keine tauglichen Möglichkeiten ein Heizsystem zu wirtschaftlichen und auch prozesssicheren Heizsystemen zu bringen.

c. Andere Pflanzen und ihre Öle

Nur der Vollständigkeit halber gibt es auch noch diverse andere Halmgewächse, die ebenfalls als Brennstoff geeignet wären. Aus ethischen Gründen sind diese jedoch nur als Information und nicht als wirkliche Alternative in dieser Arbeit.

Die Heizwerte sind vergleichsweise mit Pellets und Hackschnitzel relativ hoch, da man eine sehr hohe Dichte erreichen kann (siehe Tab. 11)

Brennstoffe	Heizwert		Aschegehalt	N	Cl	S	Schmelzpunkt	Schüttgewicht
	kWh/kg	MJ/kg	Gew. %	Gew. %	mg/kgTS	mg/kgTS	°C	kg/m³
Heizöl	10,00	35 MJ/l	-	-	-	-	-	-
Laubholz	5,11	18,4	0,55	0,49	163	402	1265	-
Nadelholz	5,23	18,8	0,79	0,14	87	234	1398	-
Roggenkörner	4,74	17,1	2,04	1,91	863	1058	710	-
Weizenkörner	4,72	17,0	2,69	2,28	426	1025	687	735
Triticalekörner	4,70	16,9	2,06	1,68	692	1067	730	-
Rapskörner	7,35	26,5	4,60	3,94	-	1000	-	-
Gerstekörner	5,00	18,0	-	-	-	-	-	630
Getreidestroh	4,78	17,2	5,68	0,47	2503	737	960	-
Mittelwert Getreide	5,00	18,0	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12 - Brennwert für Getreide (Quelle IBS^[18-0])

Auch die Herstellung von Biogas aus Mais wäre noch erwähnenswert, denn hier entstehen Möglichkeiten einen annähernden Ersatz für Erdgas zu schaffen. In solchen Anlagen kann bis zu 200m³ Gas aus einer Tonne Mais gewonnen werden. Durch die Zugabe von einigen Stoffen könnte daraus schon bald eine wirkliche Alternative zu den herkömmlichen fossilen Brennstoffen entstehen.

Die ethische Komponente spielt auch hier noch mit, denn Lebensmittel in Brenn- bzw. Treibstoff zu verwandeln liegt am Rande des Vertretbaren^[20-0].

3.3.3 Solarthermiekonzepte und verschiedene Einsatzmöglichkeiten

Die Sonne als Energiequelle zu nutzen, denn sie scheint ja unaufgefordert zwischen 220 und 280 Tage im Jahr auch in Mitteleuropa, ist mitunter eines der sinnvollsten Konzepte der Menschheit. Die Umsetzung einer solchen in einem Heizkonzept bedarf nur kleinen Kniffen und etwas Phantasie.

Die Grundsätzliche Wirkungsweise von Solarmodulen ist sehr simpel (siehe Abb.19)

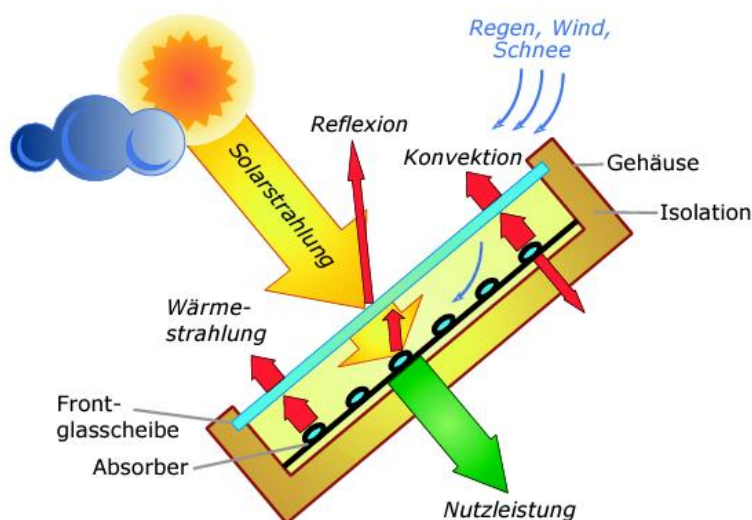


Abbildung 19 - Solar Flachkollektor und seine Vorgänge ^[01-P]

Die Sonneneinstrahlung wird durch eine Glasscheibe auf den Absorber gelenkt und dieser wandelt die Strahlung in Wärme um. Das Trägermedium durchsetzt den Absorber und so wird das Medium über einen Kreislauf sukzessive erwärmt und mittels Wärmetauscher in einem Speicher wieder abgegeben. Dieser Speicher dient als Wärmespeicher und gibt diese Wärme in Form von Raumtemperatur und als Warmwasserheizung wieder ab.

Der Aufbau solcher Kollektoren kann ganz unterschiedlichen Aufbaus sein und vor allem der Wirkungsgrad solcher Module kann ebenfalls variieren. Flach-, Luft-, Vakuum-Röhren- und Hochdruck Vakuum-Röhrenkollektoren. Das Medium muss nicht Wasser sein, sondern kann auch Luft, Öl oder ein Salz sein.

Um die Zusammenhänge zu erörtern muss zuerst der Wirkungsgrad der Kollektoren unter die Lupe genommen werden. Die Formel für den Wirkungsgrad ^[07-P]

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 * \Delta\vartheta + k_2 * \Delta\vartheta^2}{E}$$

ηKollektorwirkungsgrad

η_0optischer Wirkungsgrad

k_1, k_2 ..Verlustkoeffizienten

$\Delta\vartheta$Temperaturdifferenz zwischen Kollektortemperatur und Außentemperatur

Esolare Bestrahlungsstärke

Aus dieser Formel geht hervor, dass der Wirkungsgrad des Kollektors stark von der Temperaturdifferenz abhängt und dass der Verlust bei höherer Kollektortemperatur zunimmt. Das heißt man braucht eine gute Kühlung für diese Module, auch wenn man sie benötigt um Wärme zu speichern. Es klingt wie ein Paradoxon, doch es ist wirtschaftlicher bei einer Außenlufttemperatur von 30°C mit einer Wasser- bzw. Kollektortemperatur von 40°C zu fahren als mit 60°. Auch im Wärmetauscher gilt dasselbe Prinzip. Wenn hier eine zu hohe Temperaturdifferenz besteht, sinkt der Wirkungsgrad des gesamten Systems.

Der Absorber ist mitunter das wichtigste Teil einer Solareinheit. Während des Betriebes kann es zu sehr unterschiedlichen Temperaturen kommen. Sollte der Speicher maximale Temperatur erreichen, dann wird die Zirkulation abgeschaltet und bei direkter Sonneneinstrahlung können Module bis zu 150°C warm werden oder sogar noch etwas heißer. Aus diesem Grund sind Kunststoffrohre nicht im Einsatz sondern zumeist Kupferverrohrung mit einer geeigneten schwarzen Beschichtung, die die Strahlung optimal umwandelt.

Um generell zu Heizen mit Solarthermie braucht es große Speichereinheiten. In den meisten Fällen nimmt man einen mit Wasser gefüllten Speicher, der nach außen hin sehr gut isoliert ist. Dieses System wird in den meisten Fällen so konzipiert, dass man den größten Teil der Heizleistung pro Jahr mit dieser Anlage betreiben kann und eventuell noch eine 2 „Remote“-Heizung für die lange, sonnenlose Zeit hat. Bei dieser Auslegung sind die Investitionen gut aufgeteilt und man kann beide Systeme in ihrem optimalen Wirkungsgrad betreiben (siehe Kapitel 3.3.5)

Es ist jedoch auch möglich mit einem überdimensionierten Speicher, das ganze Jahr zu heizen. Das bedingt natürlich einer weit größeren Dimensionierung und einer genauen Abschätzung der Sonnentage pro Monat im Vergleich zur benötigten Heizleistung. Die Dämmung dieses Speichers ist mitunter das schwierigste Unterfangen, denn es wäre ein Einfaches die Sonneneinstrahlung im Sommer zu nutzen und damit den ganzen Winter zu heizen. Speichern ist generell bei Erneuerbaren Energien das Hauptthema, denn die Natur spielt nach gewissen Regeln, die man sich nicht immer so zu Nutze machen kann wenn man es gerade eben bräuchte.

Ein mögliches Layout für so eine Anlage wäre auf Abb. 20 ersichtlich.

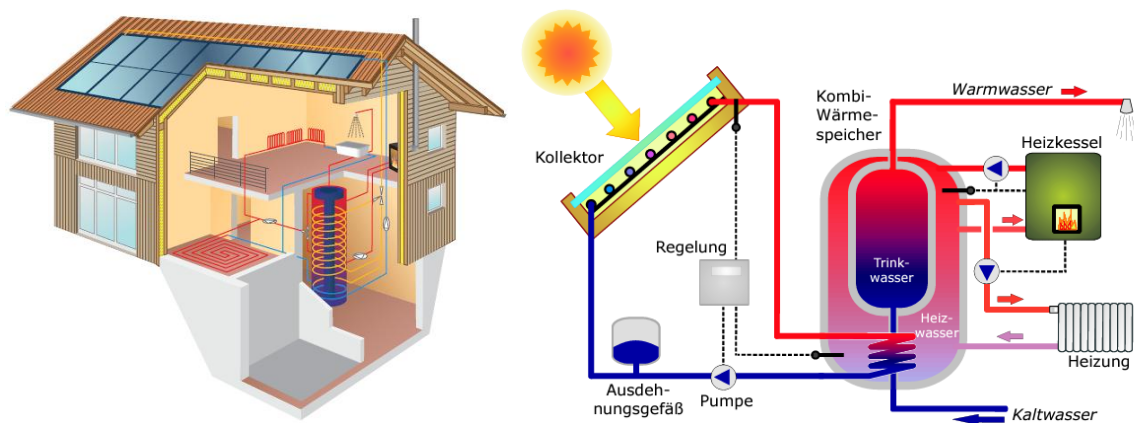


Abbildung 20 - Solarhaus gesamt [06-O] und Komplettschema mit eventueller Zusatzheizung [05-P]

Hier wird generell ein System mit Zwangsumlauf ausgewählt. In den wärmeren Regionen Europas (Spanien, Portugal, Zypern...) benutzt man auch solare Schwerkraftsysteme, bei denen der Speicher oberhalb der Kollektoren angebracht wird. Das heiße Wasser steigt aufgrund der geringeren Dichte auf und kann sich so im Wärmespeicher sammeln. Dieser Aufbau ist jedoch eher für Warmwassergewinnung geeignet und würde in unseren Breitengraden im Winter zufrieren.

Generell fließt durch die Leitungen der Kollektoren Wasser mit einer Zugabe an Frostschutzmitteln (Glykole, oder ähnliches), denn bei stillstehendem Medium sollte keine Frostverstopfung entstehen. Eine installierte Regelung kontrolliert die Temperatur der Kollektoren und schaltet erst dann die Pumpe zu, wenn die Temperatur der Module höher ist, als die der Speicher. Bei der Regelung kann man durch kleines Tuning, eine etwa 5% höhere Leistungsausbeute verzeichnen. Das andere Extrem sind die Sommermonate in denen eventuell auch die Speicherkapazität des Speichers erreicht ist (Maximaltemperatur) und danach schaltet die Pumpe den Kreislauf ab. Das bedeutet dass die Kollektoren nicht mehr durch das Wasser gekühlt werden und diese im Extremfall weit über 120°C erreichen. In diesem Fall dehnt sich das Medium in der Leitung aus und man braucht auf alle Fälle ein Ausdehnungsgefäß.

Vor allem für einen kombinierten Kessel, in dem sowohl die Heizwärmeaufbereitung passiert und auch die Warmwasseraufbereitung integriert ist, braucht es getrennte Kreisläufe (siehe Abb.20). Durch diese Anordnung lässt sich vor allem der Wärmeverlust minimieren.

Der Knackpunkt der Speicherung bei einem ausschließlich solar beheizten Haus ist wie erwähnt die Speicherung der Wärme. Die Isolierung des Kessels und die Speicherkapazität desselben muss so angeordnet werden, dass der Wärmeverlust so minimal wie möglich wird.

Für die Berechnung der Größe und daraus auch der Kosten braucht es 4 Werte, die man im Vorhinein bestimmen muss:

1. Die Kollektorfläche A_k (m^2)
2. Das Speichervolumen V_{sp} (m^3)
3. Den Heizenergiebedarf Q_H (kW)
4. Den solaren Deckungsgrad (%) – wie viel des gesamten Heizenergiebedarfes soll mit Solarenergie gedeckt werden

Natürlich spielen sowohl der Standort und andere Faktoren wie passive Sonneneinstrahlung, Größe des Hauses (Verhältnis zwischen Außen zur Grundfläche) und das optimale Material eine Rolle.

In unserem Fall planen wir die einzelnen Elemente für das Haus von Vorne herein und können damit die optimale Ausrichtung der Anlage und den maximalen Wirkungsgrad für die Heizung berücksichtigen. Die Firma Jenni Energietechnik AG aus Oberburg bei Burgdorf hat innerhalb von Europa das erste Mehrfamilienhaus mit

einer 100% Deckung der Heizleistung mit Solarmodulen gebaut, ein sogenanntes „Sonnenhaus“ ^[23-O]. Das Berechnungstool wurde von dieser Firma zur Verfügung gestellt und enthält alle Erfahrungswerte dieses Baus, denn es gibt in Europa nur vereinzelt Unternehmen, die in diese Richtung etwas anzubieten haben.

Die Berechnungstabelle zeigt unter Berücksichtigung des Standortes Graz-Umgebung, des aktuell gewählten Solarpanelmodules, der Speichergröße und der verwendeten Isolierung, wie die Energiebilanz einer solchen Heizung aussehen könnte ^[08-P]. Die Kosten werden nachträglich berechnet, um einmal zu zeigen wo man mit dieser Lösung nach aktuellen Daten hin kommt. Die Daten der Solarpanels, die hier verarbeitet wurden, kommen von der Fachhochschule Rapperswil bzw. dem Solarinstitut und entspringen ihrer Publikation „Solartechnik, Prüfung, Forschung“ auf CD ^[21-O]. Hier wurden Messungen für gängige Solarmodule gemacht unter Berücksichtigung der Marke, des Winkels, der Kollektortemperatur, des Standortes und die Jahreszeit. Aufgrund des Alters der Daten habe ich die Wirkungsgrade nach den Vorgaben des Herstellers (Soltop Schuppisser AG, St. Gallen, Schweiz Paneltyp Cobra EVO ^[24-O]) nach oben korrigiert. Aufgrund der Dachneigung sind gerade die Wintertage ausschlaggebend für die Gesamtjahresbilanz.

Man sieht aus der Tabelle, dass im Sommer die gesamte Speichertemperatur konstant bei der Maximaltemperatur von 90°C bleibt. Erst in den Wintermonaten geht die Speichertemperatur nach unten. Dies ist jedoch nur eine Durchschnittstemperatur, d.h. im Speicher gibt es oft ein Gefälle von bis zu 20°C oder mehr von oben nach unten. Wichtig in diesem Zusammenhang sind die Temperaturen des Warmwassers die man erreichen möchte. Will man niemals unter die Grenze von 50°C Wassertemperatur fallen, dann hilft es entweder den Speicher, oder die Solarfläche zu vergrößern. Direkt in die Berechnung fließen auch die Heizgradtage des Standortes Hart bei Graz ein, die wir schon für die Auslegung der Heizleistung benötigt haben. Zugrunde gelegt wird ebenfalls die Qualität der Isolation und des Wärmeverlustes bei Integration des Speichers in das Bauwerk. Das nutzt nicht nur die Abwärme des Speichers in den Wintermonaten zur indirekten Heizung, sondern minimiert die Verlustfläche auf die Grund- und Deckfläche des Speichers. Grundsätzlich wäre es auch möglich das gesamte Wasservolumen auf 2 oder 3 Speicher zu verteilen, doch wenn es sich als möglich erweist, sollte ein durchgängiger angestrebt werden.

Ergebnisse siehe Tab. 13.

Ermittlung des solaren Deckungsgrades für Sonnenhäuser mit grossem Speicher im Zentrum des Hauses

Solarsystem Jenni



Ermessbare Energien:
Sonnen, Holz, Wärmepumpe, ...
Lohnstrasse 22 / Postfach
CH-3414 Oberburg bei Burgdorf
T 034 420 30 00 / F 034 420 30 01
info@jenni.ch / www.jenni.ch

Objekt:

Holzerhofstrasse 123, Hart bei Graz

Speicher Swiss Solartank 180000 l

max. E-Inhalt Speicher 12558 kWh

Kollektornutzfläche 180.0 m²

Neigung 60°

Wärmebedarf Q_{th} 12 kWh bei

Vollbetriebsstunden 16 h

Wärmewasserbedarf 1200 l/Tag, 60°C ΔT = 50K

Mindestspeichervolumen erfüllt

436 LTS Kollektortyp

0° Südabweichung (+W+Q)

-8°C

Manko: 0 kWh

Überschuss: 12558 kWh

Solarer Deckungsgrad 127.7 %

Kollektoreintrag 362 kWh/m²

Kollektor-Ertrag in kWh pro m² und Monat

Kollektortyp: Soltop

436 LTS

Neigung: 60°

Ausrichtung: 0

* Abweichung v. Süd (+ Richt. Ost / - Richt. West*)

* gilt für SPF-Kollektorkatalog 2008 oder jünger

T [°C] Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. Okt. Nov. Dez.

30	49	60	73	74	77	97	97	97	97	78	62	50	45
40	41	52	65	68	68	87	87	87	89	70	56	42	38
50	39	45	57	58	60	77	77	80	80	62	52	35	27
60	33	38	50	53	51	71	71	70	71	53	46	30	23
80	24	33	36	45	45	54	56	57	43	40	23	18	
100	12	17	19	26	25	32	38	38	26	19	11	9	

Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. Okt. Nov. Dez.

Heizgradtage

Graz-Ung.

HGT 12/20: Datenquelle -> siehe weitere Tabellenblätter

Ende Monat

Tage	Koll. Temp. °C	Kollektor kwh/m²	Kollfläche kwh	Wärmebedarf kwh	W/W kwh	Total kwh	Fehlbetrag kwh	SP Saldo kwh	Tsp °C	
Januar	31	30	49,0	7840	4094	2163	6257	-1583	12558	90,0
Februar	28	40	52,0	8320	3593	1954	5547	-2773	12558	90,0
März	31	40	65,0	10400	2674	2163	4837	-5563	12558	90,0
April	30	50	58,0	9280	823	2093	2916	-6364	12558	90,0
Mai	31	70	48,0	7680	69	2163	2232	-5448	12558	90,0
Juni	30	80	54,0	8640	0	2093	2093	-6547	12558	90,0
Juli	31	90	46,8	7482	0	2163	2163	-5318	12558	90,0
August	31	90	47,3	7570	0	2163	2163	-5406	12558	90,0
September	30	80	43,0	6880	82	2093	2776	-4704	12558	90,0
Oktober	31	70	43,0	6880	1886	2163	4049	-2831	12558	90,0
November	30	40	42,0	6720	2167	2093	4260	-2460	12558	90,0
Dezember	31	30	45,0	7200	4512	2163	6675	-525	12558	90,0
Total			94891		19899	25470	45369	-12558		

Eingabe Objektnamen Heizgradtage Grunddaten/Arbeitsparameter etc.

Formelberechnung übernommen

Ergebnis

© Jenni Energietechnik AG, www.jenni.ch

Bei den Ergebnissen handelt es sich um Richtwerte, die nur so gut sind, wie die getroffenen Annahmen, auf denen sie basieren. Die Annahmen/Daten müssen projektspezifisch hinterfragt und angepasst werden. Die vorliegenden Informationen entsprechen dem aktuellen Stand unserer Erfahrungen.

Hier sieht man, was eine Zeitspanne von 4 Jahren bewirken kann. Das Mehrfamilienhaus das durch die Firma Jenni im Jahr 2007 gebaut wurde, hat einen Wasserspeicher von 205'000l und 360m² Solarkollektoren Fläche^[09-P]. Natürlich ging man damals noch auf Nummer sicher, um auf alle Fälle die berechneten Werte einzuhalten und vor allem den Bewohnern ein wohlig warmes Heim zu geben. Doch heute gehen wir bei unserem Bauprojekt von einem Speicher mit 180'000l Wasser und 160m² Solarkollektoren aus und das reicht für eine 130% Solardeckungsquote, d.h. wir haben den Normwinter und noch jede Menge Reserve für eine richtig kalten Winter. Die überschüssige Energie im Sommer kann für vieles genutzt werden. Gerade im April, Mai und Juni zahlt es sich aus das eigene Schwimmbad zu beheizen damit, oder eine Anbindung für die Nachbarschaft zu machen, um ihnen das Warmwasser im Sommer aufzuwärmen. Wenn man den Energieaufwand ansieht, der hinter dem Warmwasser steckt, dann sieht man immer nur das Problem der Speicherung hat. Für eine reine Solardeckung sehen die Investitionskosten wie folgt aus:

Investitionskosten (in €)

Kollektoren	38080
Speicher	28000
Pumpwerk und Verrohrung	5000
Ausgleichsgefäß	1600
Peripherie + Steuerung	3500
Montage	6000
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust	82180
Ust	16436
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	98616

Tabelle 14 - Investitionskosten bei 100% Solardeckung

Die Investitionskosten sehen sehr hoch aus im Vergleich mit den bisherigen Heizmethoden, doch die Jährlichen Kosten sind im Vergleich extrem niedrig^[22-O]. Die einzigen Kosten sind Stromkosten für die Pumpe und eventuell Reparaturarbeiten. Die Stromkosten pro Jahr belaufen sich auf etwa 350€, wobei hier großzügig kalkuliert wurde. Wenn der Strom auch noch selbst produziert wird und alle Leistungen der Haushalte auch noch deckt, kann man wirklich von einer Energieautarkie sprechen.

3.3.4 EXKURS – Wasserstoffwirtschaft für Kleinanlagen

Wo stehen wir momentan mit der Wasserstoffindustrie und woran scheitert es noch sie flächendeckend einzusetzen?

Im Fahrzeugbau wurde bereits von innerhalb von Europa von BMW und MAN vermehrt versucht, diesen Zweig anzukurbeln. Am Flughafen in München fahren 3 Busse mit einer adaptierten Otto-Motor Verbrennungstechnik gemeinsam etwa 450000km weit und haben damit auch einen Verschleißtest bestanden.

Für Heizungssysteme sind mehrere Fragen offen:

1. Welches Verbrennungsverfahren nimmt man?
2. Wie gewinnt man den Rohstoff wirtschaftlich?
3. Wie bringt man den Rohstoff von der Gewinnung direkt zur Verbrauchsstelle?
4. Wie speichert man diesen effektiv bzw. ökonomisch?
5. Wie sehen dazu die Sicherheitsvorkehrungen aus?
6. Wie Umweltschonend ist diese Technologie

Zu einzelnen Fragen kann man heute schon etwas sagen. Das Verbrennungsverfahren kann sowohl eine Einspritzung, wie auch ein herkömmlicher Vergaserofen sein. Die technischen Mehrkosten eines Einspritzsystems (vergleichbar mit der Motorentechnik) rechnen sich bereits nach kurzer Einschaltdauer, da der optimale Wirkungsgrad der Anlage sehr gut gesteuert werden kann ^[06-P]. Es spielt keine Rolle welche Technologie man verwendet, man hat es mittlerweile im Griff.

Den Rohstoff wirtschaftlich herzustellen wird die absolute Knacknuss für das weitere Fortbestehen dieser Technologie. Aktuell ist der Abspaltungsprozess vom „Grundträger“ sehr energieintensiv. Aus diesem Grund werden momentan Wasserstoff-Spaltprodukte aus Herstellungsprozessen von anderen Technologien, wie zum Beispiel das Herstellen von Chlor als Rohstoff ^[03-P], aufgrund der Wirtschaftlichkeit forciert. Jedoch sind solche Fabriken dünn gesät. Technologisch sind hier die Japaner und US-Amerikaner etwas vorne, jedoch auch Deutschland versucht hier mit Förderungen am Benchmark dran zu bleiben.

Beim Transport hat man aktuell 2 favorisierte Verfahren. Entweder man bekommt flüssigen Wasserstoff in einem Tank geliefert, jedoch ist die Herstellung von flüssigem Wasserstoff noch weit energieaufwändiger wie die Erzeugung von

gasförmigem Wasserstoff. Wasserstoff selbst hat einen sehr hohen Massenbrennwert, jedoch einen sehr geringen Volumenbrennwert. Um dieses Verhältnis etwas ins Reine zu rücken, werden Drucktanks mit bis zu 700bar und mehr gefüllt. Der Verdichtungsprozess alleine braucht schon etwa 10-15% der Brennenergie, die in der Gesamtbilanz natürlich wieder fehlt. Der Transport ist hier aber noch gar nicht eingerechnet. Der hohe Brennwert wird nach derzeitigem Stand der Technik beinahe halbiert, bis er wirklich an Ort und Stelle einsatzbereit ist. Das ist natürlich ein herber Schlag für die Umwelt, denn in den Elektrolyseverfahren zur Abspaltung von Wasserstoff werden auch nicht ausschließlich „grüne“ Energien eingesetzt.

Die Sicherheitsvorkehrungen hat man nach aktuellem Stand der Technik im Griff. Bei Leckage, beim Transport, bei Rückschlagsbränden und auch bei der Herstellung sind die Sicherheiten im beherrschbaren Bereich. Einzige Wehrmutstropfen sind hier die mangelnde Quantität der Anlagen, daher kann keine Langzeitstudie nachgewiesen werden und die Unplanbarkeit der zukünftigen Entwicklung.

Aufgrund der energieintensiven Herstellung und Transport bzw. Transportvorbereitung, ist die Wasserstofftechnologie nur vermeintlich eine grüne Technologie. Nach aktuellem Stand kann man von zu hohen Preisen und auch von mangelnder Ökonomie sprechen.

die Zukunftsaussichten sind jedoch sehr gut, denn man betrachtet die „Brennstoffzelle“ als mögliche Ersatztechnologie für den bisherigen Otto bzw. Dieselmotoren. Solange die Ölindustrie noch zu gut funktioniert und die Lobbyisten ebenfalls zu wenig Gehör bekommen, wird diese Technologie nur langsam voran schreiten.

Zusammenfassend kann man zur Wasserstoffindustrie nur sagen, dass sie immer interessanter wird, jedoch noch nicht zu den aktuellen Techniken und finanziellen Konditionen. In Asien und der USA sind die Forschungen diesbezüglich schon etwas weiter. Wasserstoff ist das Element auf der Erdoberfläche mit der höchsten Verbreitung (vor allem gebunden in Wasser), und wäre daher eine sehr gute Ressource.

Wenn man heute ein Haus mit der Wasserstofftechnologie beheizen wollte, dann sollte man entweder auf Forschungsergebnisse der Wirtschaft bzw. Hochschulen warten, oder sich selbst im stillen Kämmerchen darüber Gedanken machen. Für dieses Projekt kommt es nicht weiter in Frage.

3.3.5 Betrachtung von kombinierten Systemen

In Kombinationsform kommt nur eine Solardeckung mit großem Speicher und mit Zusatzheizung in Frage. Die Nutzung der vorhandenen Energie (Sonnen, Temperatur, Wind) ist eben nur temporär verfügbar, jedoch oft in sehr hohem Ausmaße. Die Sonnenenergie leistet mitunter einen sehr hohen Beitrag, doch durch große Schwankungen des Wetters und auch der Sonnentage, braucht man eine gewisse Sicherheit und oder auch etwas das nur bei Bedarf eingeschalten werden kann. Wenn man im Hintergrund weiß, dass es mit der Heizung eng werden könnte, dann geht man mit gemischten Gefühlen in die Heizperiode. Alle anderen Kombinationen vereinen den Gedanken der Umwelt und der gegenseitigen Ergänzung nicht. Der Umweltaspekt war in Vergangenheit eher für Idealisten und Umweltschützer mit den finanziellen Möglichkeiten.

Für die Kombination werden 2 Varianten empfohlen von Solaranlagenbauern wie Jenni Energietechnik oder Solarworld aus Deutschland:

- Solaranlage mit Wärmepumpe
- Solaranlage mit Pelletsholzheizung

Im Vergleich zu einem einstufigen Heizsystem, das natürlich immer auf den Ernstfall ausgelegt werden muss, kann man bei einem zweistufigen System, die Solaranlage bis zu einem Deckungsgrad von 80-100% auslegen und das 2. System für die kalten Tage als Zusatz. Die Systeme sind in den vorangegangenen Kapiteln bereits technisch beschrieben worden, dass wir hier nur mehr die Grobauslegung bzw. Investitionsberechnung und die Betriebskosten festlegen.

Auf Basis der Berechnung der Firma Jenni Energietechnik sieht die Solaranlage so aus, dass man 90m^2 Solarfläche und einen Tank mit $100'000\text{l}$ braucht, für eine Solarabdeckung von 100%. Für eine Zusatzheizung werden 8kW zusätzlich eingeplant. (siehe Tab.15)

Investitionskosten (in €)

	Solar + Pellets	Solar + Wärmepumpe
Kollektoren	24480	24480
Speicher	14000	14000
Pumpwerk und Verrohrung	3500	3500
Ausgleichsgefäß	1600	1600
Peripherie + Steuerung	3500	3500
Montage	4000	4000
Zusatzheizung inkl. aller Zusatzinstallationen	12000	17000
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust	63080	68080
Ust	12616	13616
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	75696	81696

Tabelle 15 - Investitionsbetrachtung von Kombisystemen (Solar-Pellets u. Solar-Wärmepumpe)

Die Betriebskosten variieren etwas, denn normalerweise sollte nur die Solarheizung zum Einsatz kommen und das hieße Kosten von 300€ pro Jahr.

Um trotzdem noch etwas Vergleichen zu können, nehmen wir im Schnitt einen Mehrbedarf von 5000kWh an, die während des Winters anfallen.

Jährliche Kosten (in €)

	Pellets	Wärmepumpe
Basis 5000kWh pro Jahr / hohe Qualität (10% Feuchte oder geringer)		
Masse Brennstoff in kg / Leistung in kWh	1000	1111.111111
Kosten pro kg / pro kWh	0.21175	0.16
Stromkosten für Förderung bzw. Gebläse	195	
Jahresheizkosten exkl. Ust	406.75	177.78
Ust	81.35	35.56
Jahresheizkosten inkl. Ust	488.1	213.33

Tabelle 16 - Jährliche Kosten von Kombisystemen (Solar-Pellets u. Solar-Wärmepumpe)

Somit hätten wir auch die Basis für ein kombiniertes System gelegt. Man sieht bei allen Varianten, dass nur die Investitionskosten für sich, keine klare Entscheidungsgrundlage zu ließen. Erst wenn man die Kosten auf die normale Betriebszeit aufrechnet (normalerweise etwa 20-25 Jahre), dann kann man wirklich eine Entscheidung treffen, oder hat zumindest eine wirtschaftliche Entscheidungsgrundlage.

3.4 Technische Rahmenbedingungen der Stromgewinnung

Anders wie bei Heizungen, braucht es eine Stromgewinnung nicht unbedingt. Aufgrund der Strompreistendenz und dem Wunsch nach einem Energieüberschuss, nehmen wir doch einige Varianten unter die Lupe. Aktuell kann man auch noch Geld verdienen mit einer „grünen“ Stromerzeugungsvariante, denn diese werden vom Staat mit höheren Einspeisevergütungen künstlich gestützt. Dafür muss man ein Projekt von A-Z bewertet und auch komplett verwirklicht bzw. dokumentiert haben. Der vergütete Strompreis nimmt von Jahr zu Jahr ab, aufgrund der Gegenteilstendenz der immer besser und effektiver werdenden Stromerzeugungsmöglichkeiten.

3.4.1 Photovoltaik – die Sonne bringt den Strom

Das Konzept für Photovoltaikanlagen ist schon sehr alt. Im Jahr 1876 wurde die beim Hantieren von Batterien mit Zink- und Platinelektrode eine Spannungszunahme bei direkter Bestrahlung mit Licht von einem Franzosen bemerkt. Die Erste Selen-Solarzelle wurde 1883 von einem Amerikaner hergestellt, doch durch den hohen Rohstoffpreis von Selen setzte sich diese Art der Stromproduktion jedoch nicht durch. Die Aufklärung für den Photoprozess wurde aber erst viele Jahre später von Albert Einstein beschrieben und auch mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. ^[01-P] Wie diese Vorgänge genauer aussehen sehen sie auf nachfolgender Abb. 21.

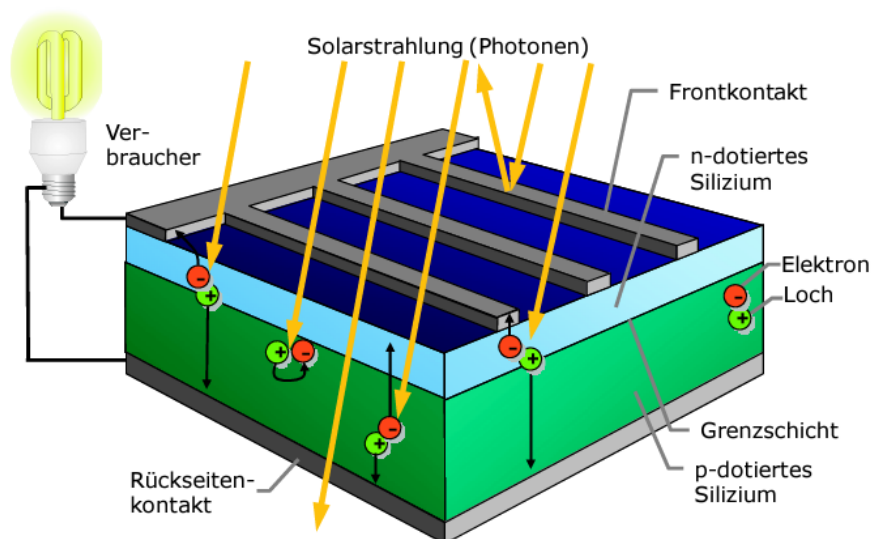


Abbildung 21- Photovoltaikzelle und ihre Vorgänge ^[05-P]

Die beiden Siliziumscheiben wovon eine negativ und eine positiv dotiert ist werden durch eine Grenzschicht, der sogenannten Raumladungszone, getrennt. Die

Lichteinstrahlung in Form von Photonen trennt negative und positive Ladungsteilchen und lässt zu, dass sie sich in einer 2. Ebene bewegen können. Die Frontkontakte sammeln die negative geladenen Teilchen auf und die Rückseite die positiven und schon steht eine Spannung an den beiden Enden an.

Heute ist aus der Photovoltaik ein Politikum geworden, das jedoch durch höchste politische Kreise zieht. Die Dynamik auf 100% erneuerbare Energien zu schwenken muss sofort in Angriff genommen werden, denn man kann es bereits aus heutigem Standpunkt schaffen ^[10-P]. Würde man alle Lichtstrahlen nutzen können (Wirkungsgrad 100%), so würden heute schon sehr wenige Kraftwerke mehr gebaut werden. Der Wirkungsgrad sieht wie folgt aus:

$$\eta = \frac{\text{abgegebene elektrische Leistung}}{\text{eintreffende solare Strahlungsleistung}}$$

Zellen im Serieneinsatz haben heute Wirkungsgrade bis zu 22% und dies wird von Jahr zu Jahr verbessert. Es gäbe auch Konzentratorzellen die schon bis zu 40% aufweisen, jedoch sind sie im Aufbau so aufwändig, dass die Kosten/Nutzenrechnung noch nicht stimmt.

Bei der Photovoltaikzelle handelt es sich um einen sehr langen Prozess, der aus Sand bzw. unreinem Silizium einen Siliziumstab mit einer Reinheit von 99.9999 % herstellt. Diese werden dann in Scheiben von 0.2-0.4mm geschnitten, die sogenannten „Wafer“. Diese sind das Herzstück eines Modules die danach in Schichten aufgebaut und als Fertige Module eingesetzt werden können. Die vielen Arten von Modulen machen es schwierig eine Auswahl zu treffen.

Für unsere Anlage streben wir nach Modulen mit sehr hohen Wirkungsgraden, um den Platz auf der wertvollen Dachfläche nicht zu vergeuden. Dabei ist auf alle Fälle bei der Installation auf Verschattungen und andere Wirkungsgradkiller zu achten ^[11-P].

Eigentlich wäre es doch sinnvoll, die eigene erzeugte elektrische Energie selbst in Batterien zu speichern und komplett für sich selbst zu verwenden (Insellösung).

Dagegen sprechen mehrere Argumente.

- Speichermedien sind heute zwar fähig große Leistungen zu speichern, jedoch sind der Zeitfaktor (Verluste über die Lagerdauer) und der Preis pro Einheit noch zu vage und zu weit entfernt von der Serienreife

- Die Einspeisevergütung ist weit höher, wie der Strom den man von den Energielieferanten beziehen kann, d.h. man bekommt mehr für den eigenen Strom, wie man für den gelieferten bezahlt
- Die Unsicherheit bzw. die Verfügbarkeit sind Faktoren die man nicht im Griff hat und würde die Batterie leer sein, dann wäre es plötzlich dunkel
- Bei ständiger Ladung und Entladung der Batterie, leidet die Lebensdauer und erhöht damit auch die Kosten bzw. reduziert die Umweltvorteile

Aus diesen Gründen streben wir einen Netzanschluss auf alle Fälle an. Der nächste Schritt empfiehlt die Leistung zu errechnen für eine Energieautarkes oder ein Energieplus-Haus. Wie schon am Anfang von Kapitel 2 sind hier 6 Wohnungen geplant, die überwiegend von Familien bewohnt werden. Wir gehen bei der aktuellen Aufteilung von 3 Dreipersonen-, 3 Vierpersonenhaushalten aus. Das ergibt eine Gesamtleistung:

$$P_{Ges} = (3 * 3865 + 3 * 4750) * 0.7 = 18100kWh$$

Der Faktor 0.7 nimmt aus den Statistikdaten die 30% heraus, die man für Warmwasser und Heizung benötigt, denn diese sind ja bereits in den Heizsystemen integriert als Kosten bzw. Leistung. Hinzu kommt maximal eine Leistung von 5000kWh für die stromintensivste Heizung (Wärmepumpe in unserem Vergleich). Macht gesamthaft 23100kWh. Um eventuell einen Sicherheitsfaktor zu berücksichtigen, runden wir auf 25000kWh auf, um in die grüne Zone zu kommen. Für die Auswahl der Module haben wir auf eine Testreihe der Zeitschrift Ökotest Bezug genommen aus den Jahren 2010 und 2011 ^[25-0]. Die Quintessenz aus dieser Bewertung kommt aus Ökologie in der Herstellung, Lieferantenzuverlässigkeit der Angabe Werte, Homogenität und Wirtschaftlichkeit zustande. Daraus habe ich nach längerer Recherche ein Modul mit einem Wirkungsgrad von 17.5% gefunden. Das ergibt aufgrund der gewünschten elektrischen Leistung:

$$E_{elektrisch} = \frac{H_{solar} * f_{Neigung} * P_{MPP} * PR}{1 \frac{kW}{m^2}}$$

$$P_{MPP} = \frac{1 \frac{kW}{m^2} * E_{elektrisch}}{H_{solar} * f_{Neigung} * PR} = \frac{1 * 25000}{1150 * 1.05 * 0.8} = 25,8kWp$$

$$P_{MPP} = A * \eta * 1 \frac{kW}{m^2}$$

$$A = \frac{P_{MPP}}{\eta} = \frac{25,8}{0.175} = 147.5m^2$$

H_{Solar}	solare Bestrahlung – für Graz Umgebung 1150kWh/m ² / Jahr
f_{Neigung}	Ausrichtungs-Neigungskoeffizient (Neigungswinkel 60° und Ausrichtung Süd) – 1.05
P_{MPP}	Nennleistung der Module
PR	Performance Ratio – 0.8 für saubere Anlagen gut hinterlüftet
η	Modulwirkungsgrad

Investitionskosten (in €)

PV-Module (Modulwirkungsgrad 17.5%)	46093.75
Wechselrichter	9360
Verkabelung	8600
Montage	3500
Bewilligungen	1500
Garantieverlängerung	1600
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust	70653.75
Ust	14130.75
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	84785

Tabelle 17 - Photovoltaik Investitionsberechnung nach Basis Volker Quanschning ^[05-P]

Die Kosten für eine solche Anlage sind recht hoch, jedoch kann man davon ausgehen, dass man den Strom entweder an die Mieter, oder an den Netzbetreiber verkaufen kann. Die Fläche wird wohl das große Problem, denn bei Solar und Photovoltaikdeckung braucht man eine Dachfläche von etwa 300m² und das dürfte doch ein sehr hoher Bedarf sein. Die Berechnungen zeigen jedoch nur die optimalen Varianten, das heißt es gibt noch etwas ineffizientere Orte Richtung Süden, wie eine Fassade oder Garagendächer, die man nutzen kann. Hier müsste man mit weniger Effektivität rechnen, doch auch das kann Sinn machen.

3.4.2 Die Kraft der Erde für die Stromgewinnung

Welche Ressourcen können genutzt werden, um aus der Erde Strom zu ziehen? Die Erdkruste ist auf der gesamten Oberfläche unterschiedlich Dick und das heißt das man in gewissen Regionen die dünne Krustenschicht durchdringt und die heißeren Schichten für die Dampferzeugung, oder ähnliches verwendet. In Island ist die Erdkruste sehr dünn und die unterirdischen Wasservorkommen werden so stark aufgeheizt, dass man stellenweise Austritte von Heißwasser und/oder Wasserdampf sieht. Diese sogenannten Geysire können auch für die Heizung und Stromgewinnung

eingesetzt werden. In unseren Breiten sieht das etwas anders aus, denn die Erdkruste ist hier weit dicker und das hieße, dass wir etwa 2000m Tiefe brauchen, um in das sogenannte Aquifer zu kommen. Der Wärmeaustausch könnte für unterschiedlichste Dinge wie Heizwerk und Stromgewinnung genutzt werden (siehe Abb. 22)

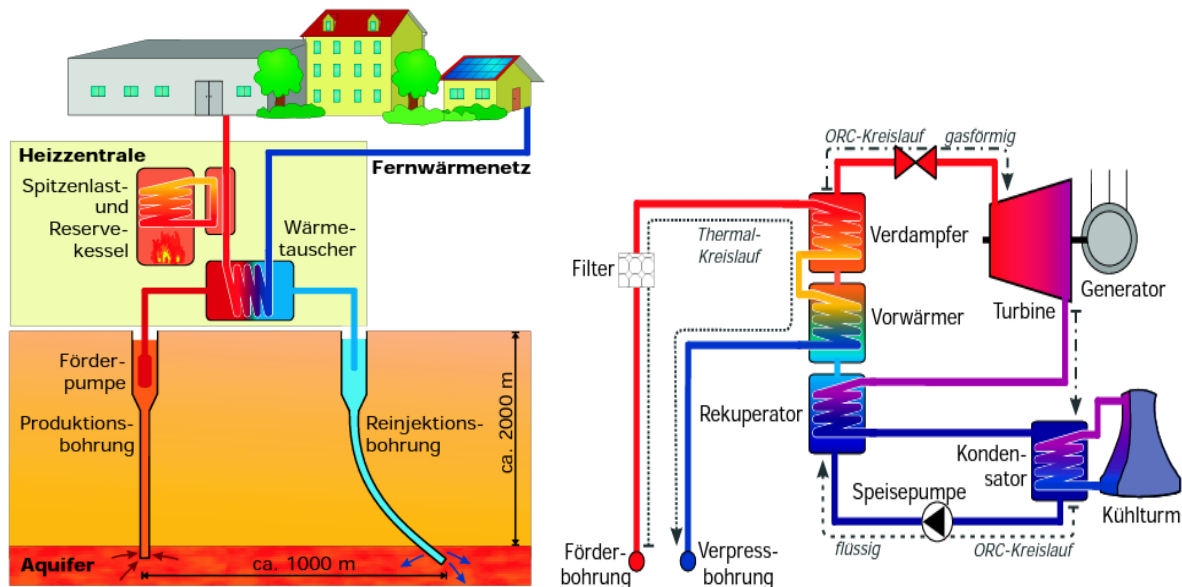


Abbildung 22 Geothermalheizkraftwerk und Geothermiekraftwerk für Stromgewinnung ^[05-P]

Die Bohrung in solche Tiefen bedeutet jedoch Kosten jenseits von 200'000€ und ist daher für unser Projekt eine Nummer zu groß. Alle weiteren Investitionen in diesem Bereich, um nur ansatzweise eine wirtschaftliche Nutzung gewährleisten zu können belaufen sich auf rund 800'000-1'200'000€ (nach oben hin, abhängig von der Leistung) und das überschreitet unser Budget über alle Massen. Wenn die Technologie sich in der Bohrtechnik weiterentwickelt und man einfacher und Kostengünstiger in Tiefen von 2000-4000m vordringen könnte, sähe die Welt schon wieder ganz anders aus.

3.4.3 Solarkraftwerke und welche Möglichkeiten existieren

Eine Wüste in Ägypten wäre doch ein möglicher Ort um aus Sonnenenergie, Strom zu generieren. Diese Anlage könnte für die örtliche Bewässerung genutzt werden, für die Kultivierung von Wüstenstrichen, für das beleben aller Orte außerhalb des Niltals und auch für die Versorgung. Man könnte doch die Sonnenstrahlen bündeln, damit auf einen Behälter richten in dem Dampf erzeugt wird und dieser treibt dann eine effektive Dampfturbine an, die Strom erzeugt, Solche Konzepte sind ja auch im Projekt Desertec geplant.

Diese Idee oder besser gesagt dieser Ansatz ist mittlerweile beinahe 100 Jahre alt und wurde von Frank Schuhmann 1913 ca. 30km südlich von Kairo aufgebaut und in Betrieb genommen ^[12-P]. Es trug den Namen „Sonnenmotor Nummer 1“ und wurde während des ersten Weltkrieges wieder auseinandergebaut bzw. die Rohstoffe wurden für Waffen und anderes verwendet.

Welche theoretischen Möglichkeiten gäbe es überhaupt:

- Parabolrinnenkraftwerk
- Solarturmkraftwerke
- Dish-Sterling-Kraftwerke
- Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke
- Natürliche Photosynthese

Eines gleich vorweg, alle Systeme wären zwar anwendbar scheitern jedoch an diversen Problemen.

Parabolrinnenkraftwerk sind recht einfach aufgebaut. Ein langer Parabolspiegel konzentriert die senkrecht und annähernd senkrecht einfallende Sonnenstrahlung auf einen Rohrabsorber. In diesem Absorber befindet sich meist Öl oder bei höheren Wirkungsgraden Wasser, dass mit sehr hohem Druck auf bis zu 500°C erwärmt werden kann. Das Wasser würde direkt in Dampf umgewandelt und treibt damit einen elektrischen Generator an und wird danach wieder in den Kreislauf rückgeführt. Bei Öl als Trägermedium schaltet man noch einen Wärmetauscher zwischen und erhitzt damit einen separaten Wasser/Dampf-Kreislauf. (siehe Abb.23)

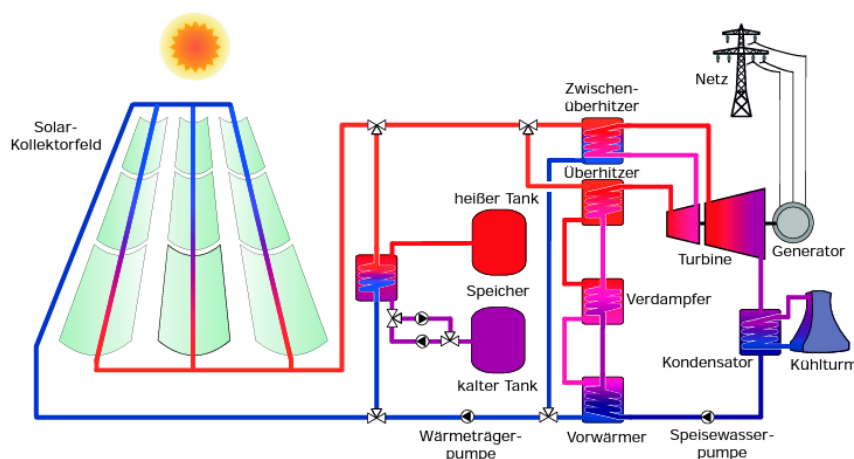


Abbildung 23 - Parabolrinnenkraftwerk ^[05-P]

Hier geht es um einen Aufbau von etwa 160000€ der aber nur im Sommer im optimalen Wirkungsgrad arbeitet. In den restlichen 9 Monaten läuft er gerade nur im

Teillastbereich oder gar nicht. Der Wirkungsgrad stürzt damit weit unter 10% über das gesamte Jahr gesehen und macht daher keinen wirtschaftlichen Sinn.

Solarturmkraftwerke nutzen ebenfalls den Spiegeleffekt und kanalisieren alle Strahlen auf einen Turm in dem ein sogenannter Kanalbrenner installiert ist, der Temperaturen bis zu 1000°C verarbeiten kann. Die weitere Funktionsweise ist ähnlich dem Parabolrinnenkraftwerk. Die Anordnung der Spiegel, die sich auch auf die Sonneneinstrahlung richten müssen, braucht extrem viel Platz und auch weite. Weiters braucht es Sonneneinstrahlungswerte von über 1800kWh/m² / Jahr um überhaupt wirtschaftlich zu sein. Für Mitteleuropa damit nicht geeignet.

Ein Dish-Sterling-Kraftwerk hätte auch schon im unteren Leistungsbereich (so ab 10KW) schon einen akzeptablen Wirkungsgrad (>12%). Die Funktion wird durch einen Riesigen Hohlspiegel, der sich nach der Sonne orientiert, gewährleistet und die Strahlung in seinem Zentrum bündelt. Im Herzen dieses Motors ist ein Sterling-Heißgas-Motor der die Wärme in Bewegung umsetzt und damit einen Generator antreibt. Dieser Motor kann auch mit Verbrennung von Gas betrieben werden, vor allem bei trübem Wetter und längeren Sonnenlöchern. Der Preis einer solchen Anlage beträgt etwa 250000€ (Angebot eingeholt, wobei die Ernsthaftigkeit zu hinterfragen ist). Der Platzbedarf hierfür wären etwa 1000-1500m² und damit nicht Siedlungsgerecht.

Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke gehören zwar eigentlich zum vorigen Kapitel, doch durch die Funktionsweise mit Spiegeln und der Konzentration der Sonneneinstrahlung auf das 500-fache, lassen sich auch kleinere Siliziumschichten verarbeiten. Durch stapeln in mehreren Ebenen kann die Energiedichte besser genutzt werden und es sind in Zukunft Wirkungsgrade bis zu 50% und mehr möglich. Aktuell gibt es nur für größere Projekte eine Möglichkeit auf diese Module zuzugreifen. Auf meine Anfrage hin, bekam ich Absagen von 2 Firmen aufgrund der Größe meines Projektes. Aufgrund der Effizienz wird dieser Weg auf alle Fälle in Zukunft eine große Rolle spielen beim Vormarsch von Erneuerbaren Energien.

Die natürliche Photosynthese war ein Versuch von Forschern des Max Planck-Institutes ^[13-P] und es wurde versucht diesen Prozess der Umwandlung von Licht in

Energie zu kopieren, jedoch waren die Wirkungsgrade in einem Bereich unter 1% und auch die zukünftigen Entwicklung verheißt ein Maximum von 2-4%. Das Ganze befindet sich noch dazu erst im Erforschungsstatus, daher für dieses Projekt nicht einsetzbar.

3.4.4 Kombination aus Wärme und Stromgewinnung

Eine mögliche Idee sind Kombinationsmodule oder „Hybridmodule“. Diese verheiraten die Stromerzeugung mit der Heizungskomponente.

Aufgrund des Aufbaues klingt es schon sehr reizvoll, denn genau die Kühlproblematik muss für Photovoltaik-Module erst gelöst werden. Mit zunehmender Temperatur nimmt der Wirkungsgrad ab. Mit Hinterlüftung oder sogar aktiver Kühlung wird hier gearbeitet, jedoch zerstört dies den effektiven Wirkungsgrad der Anlage. Hybridmodule gibt es bereits von mehreren Anbietern zu kaufen und kommt damit in die engere Wahl. Die Problematik liegt eher in der verhaltenen Ausbeute der Energie. Die Wirkungsgrade von kombinierten Systemen hinken den Spezialisten weit hinterher. Das Layout könnte so aussehen (je nach Kombination mit Wärmepumpe, Speicher, Schwimmbadheizung, usw.)

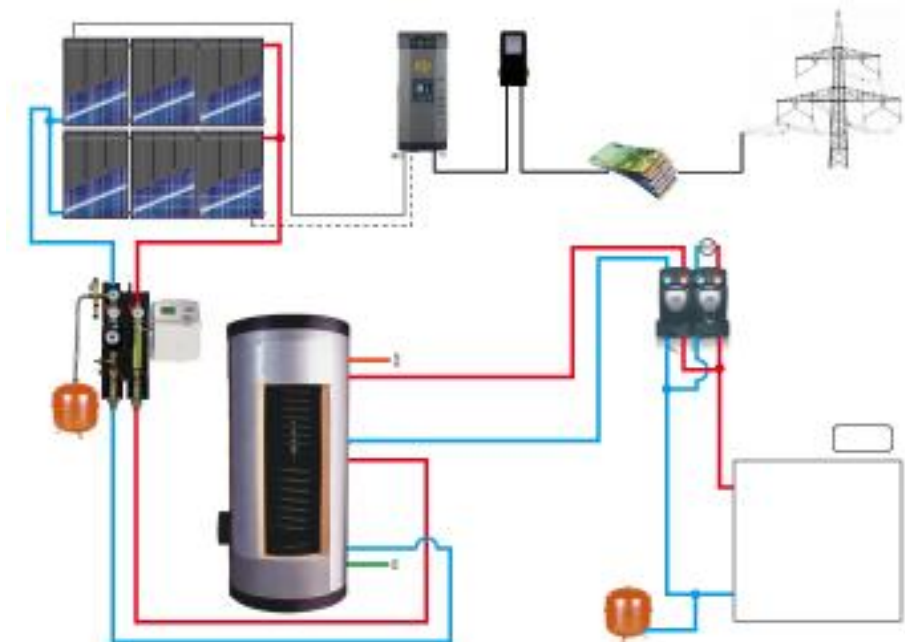


Abbildung 24 - Anwendungen mit Hybridmodulen (Firma Wiosun GesmbH & Co KG)

Trotzdem rechnen wir die Anlage einmal durch und bewerten noch die Vor- bzw. Nachteile separat. Aufgrund des niedrigeren Wirkungsgrades der Photovoltaik wird etwa 185m² Modulfläche benötigt, der Vorteil daraus ist, das man die Heizleistung

mit diesen Modulen ebenfalls schon erreicht und nicht noch zusätzlich mit ausschließlich Solar decken muss.

Investitionskosten (in €)

PV-Module (Modulwirkungsgrad 14.5%)	84745.07
Wechselrichter	9360
Verkabelung	8600
Wasserspeicher	14000
Pumpwerk und Verrohrung	3500
Ausgleichsgefäß	1600
Peripherie + Steuerung	3500
Montage	10000
Bewilligungen	2200
Garantieverlängerung	2500
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten exkl. Ust	140005.07
Ust	28001.0134
<hr/>	
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	168006

Tabelle 18 - Investitionskosten Hybridanlage

Die Kosten sind wie zu erwarten sehr hoch, doch damit hat man ein autarkes System, das Heizung und Strombedarf deckt. Die Fläche im Vergleich zu zwei getrennten Systemen ist um etwa ein Drittel kleiner und das Argument wiegt schon sehr schwer.

3.4.5 Windkraft als eine machbare Alternative

Die Windkraft wirkt nur dann richtig effizient, wenn auch Groß gebaut wird. Die Rotoren die man für das notwendige Moment braucht, haben Durchmesser bis zu 120m und die Nabenmitte befindet sich etwa auf einer Höhe von 150m. Wenn man dies mit unserem Bauprojekt vergleicht, kommt der technische Aufwand im Vergleich mit den notwendigen Leistungsdimensionen nicht in Frage. Für kleinere Windräder hat man Wirkungsgrade die im Vergleich zu den Erhaltungskosten sehr tief angesiedelt sind.

Ein weiterer großer Ausschlussgrund ist der Lärm in der Umgebung und die Abhängigkeit von Wind bzw. der gesamten Wetterlage. Wind tritt eben dann auf, wenn Hoch- bzw. Tiefdruckgebiete einen Ausgleich schaffen und das entfaltet sich sehr saisonal. Auch die Windrichtung spielt hier eine Rolle und müsste von allen Seiten zugänglich sein.

Selbst bei einem dezentralen Bau in der Nähe, würde ein Windrad nur als wirkliches Kraftwerk Sinn machen. Dafür müssten mindestens 2-3 Hektar an Grund vorhanden sein und das ist in unserem Fall nicht so.

3.4.6 EXKURS – Die Wasserstoffwirtschaft für die Stromgewinnung

Wie bereits im Kapitel 3.3.4 erläutert, hat die Wasserstoffindustrie noch die grundlegenden Problematiken zu klären, bevor man sich Gedanken zu Stromherstellungsverfahren machen kann. Die Zeit kann man bei diesem Unterfangen jedoch nicht abschätzen, denn 2004 kamen einige Experten gemeinsam mit der Wirtschaft zusammen und sagten voraus, dass 2010 flächendeckend Tankstellen in Deutschland Wasserstoff für Fahrzeuge anbieten und ebenfalls eine Lösung für die Speicherung und die hohe Energieverschwendung während dem Herstellungsprozess erforscht hätten. Tja soweit so gut, wir sind zwar etwas weiter, doch noch lange nicht Konkurrenzfähig. Wie schon im Heizungskapitel des Wasserstoff angesprochen, forciert Japan mit Nachdruck die Entwicklung der Wasserstoffindustrie und versucht bis 2015, mehr als 100 private Tankstellen an ein Netz anzubinden ^[16-O] und die drei großen Automobilhersteller aus dem Reich der aufgehenden Sonne (Toyota, Honda, Nissan) sind dran mit Brennstoffzellen ausgerüstete Automobile zu bauen. Wobei auch hier sind wir von der wirtschaftlichen Stromerzeugung im kleinen Rahmen weit entfernt. Daher können wir diese Technologie für die Stromerzeugung aus dem Rennen nehmen.

4 WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung gibt es eines vorab zu sagen, denn der Zeitpunkt der Realisierung ist der Schlüssel. Nicht nur das die Module sich von Jahr zu Jahr weiterentwickeln, sondern die Vergütungen und Förderungen sind immens unterschiedlich. Für die aktuelle Betrachtung haben wir die Investitionskosten und die jährlichen Kosten bereits im Vorkapitel errechnet. Um überhaupt die Sinnhaftigkeit der einzelnen Systeme vergleichen zu können, muss man die Nutzungsdauer in die Kalkulation mit aufnehmen.

Hier geht es um keine Investition die sich nach einer gewissen Zeit Gewinn abwirft, sondern diese Komponente wird direkt den Mietern verrechnet und entscheidet über die Höhe der Heizkosten. Das heißt man muss einen Vergleich finden, der die Kosten vergleicht die über die gesamte Lebens- bzw. Nutzungsdauer auftreten. Es gibt viele Methoden der Investitionsrechnung und Beurteilungsmethoden, doch die statische Methode der Kostenvergleichsrechnung passt hier am besten unter Berücksichtigung der Vollkosten^[14-P].

Für den Vergleich brauchen wir folgende Kategorien:

- Die kapitalgebundenen Kosten (Anfangsinvestition mit Nebeninvestitionen)
- Die verbrauchsgebundenen Kosten (Heiz- bzw. Warmwasserbedarf)
- Die Betriebsgebundenen Kosten (Reparaturen, Austausch)

4.1 Definieren weiterer Entscheidungsmerkmale für das endgültige Heizsystem

Alle berücksichtigen Systeme haben eine minimale Nutzungsdauer von 20-25 Jahren. Das bedeutet wir stellen den Betrieb für diese Dauer gegenüber und können daraus beurteilen, wie die wirtschaftliche Komponenten aussieht. Die kapitalgebundenen Kosten wurden bereits in den Vorkapiteln berücksichtigt und werden in unten angehängter Tabelle nochmal gegenübergestellt. Definieren weiterer Entscheidungsmerkmale für das endgültige Heizkonzept:

Kostenvergleichsrechnung (in €)

	Wärmepumpe	Hackschnitzel	Pellets	100% Solar	Solar + Pellets	Solar + Wärmepumpe
Anschaffungskosten	27300.00	17840.00	17480.00	82180.00	63080.00	68080.00
Nutzungsdauer in Jahren	20.00	15.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Kalkulatorische Abschreibung	1365.00	1189.33	699.20	3287.20	2523.20	2723.20
Liquidationserlös (Ende der Laufzeit)	2500.00	1500.00	2000.00	12000.00	8000.00	9500.00
Kalkulatorische Zinsen (i=6.4%)	953.60	618.88	623.36	3013.76	2274.56	2482.56
Sonstige fixe Kosten (Abnahme)	250.00	360.00	400.00	650.00	600.00	600.00
Summe fixer Kosten	2568.60	2168.21	1722.56	6950.96	5397.76	5805.76
Materialkosten (Heizmaterial)	0.00	682.50	949.70	0.00	211.75	0.00
Energiekosten (Strom, Wasser,...)	825.00	350.00	195.00	350.00	495.00	477.78
Stundenaufwand / Jahr	20.00	50.00	40.00	10.00	35.00	20.00
Arbeitskosten (menschlicher Aufwand - 50€/h)	1000.00	2500.00	2000.00	500.00	1750.00	1000.00
sonstige variable Kosten (Rauchfangkehrer, Überprüfungen)	150.00	450.00	350.00	150.00	300.00	250.00
Summe variabler Kosten	1975.00	3982.50	3494.70	1000.00	2756.75	1727.78
Gesamtkosten je Jahr exkl. Ust	4543.60	6150.71	5217.26	7950.96	8154.51	7533.54
Ust	908.72	1230.14	1043.45	1590.19	1630.90	1506.71
Gesamtkosten je Jahr inkl. Ust	5452.32	7380.86	6260.71	9541.15	9785.41	9040.25
Kosten pro m2 Wohnfläche	9.09	12.30	10.43	15.90	16.31	15.07

Tabelle 19 - Kostenvergleichsrechnung der Heizsysteme

Man sieht hier im Bereich der Solarsysteme kommen wir auf sehr hohe Preise, doch was noch nicht berücksichtigt ist, wäre die tatsächliche Umrechnung auf die €/kWh. Die solaren Systeme haben einen gravierenden Nachteil, denn gerade im Sommer wo die Ausbeute besonders effizient wäre, braucht man keine Heizung. Noch dazu sind in den oben angeführten Solaranlagen, die Warmwasseraufbereitungen bereits integriert. Daraus ergibt sich ein völlig anderes Bild:

Kostenvergleichsrechnung bezogen auf die Leistung (in €/kWh)

	Wärmepumpe	Hackschnitzel	Pellets	100% Solar	Solar + Pellets	Solar + Wärmepumpe
Jahres kosten (exkl. Ust)	4543.60	6150.71	5217.26	7950.96	8154.51	7533.54
Maximale Heizleistung der Systeme (kWh)	32000	29800	32000	92500	82000	82000
Gesamtkosten pro kWh exkl.	0.14	0.21	0.16	0.09	0.10	0.09
Ust	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Gesamtkosten pro kWh inkl. Ust	0.17	0.25	0.20	0.10	0.12	0.11

Tabelle 20 - Kostenvergleich bezogen auf die Leistungskosten

Somit haben wir ein vollkommen anderes Bild. Als Vergleich sind wir bei Ölheizungen im Bereich von 0.1-0.13€/kWh (exkl. Ust) und genau hier zeigt sich die Argumentation der Sonnenkritiker ist absolut zurückzuweisen.

Die komplette Leistung von Heizung und Warmwasser liegt bei etwa 45000-50000kWh Heizleistung und damit könnten die alternativen Systeme ohne weiteres eingesetzt werden um diese Leistung abzufangen. Wärmepumpe, Hackschnitzel und reine Pelletsheizung könnten natürlich auch noch etwas hochgefahren werden, jedoch würden daraus wieder höhere Kosten entstehen und die Gesamtkosten je kWh kämen etwas herunter.

4.2 Definieren weiterer Entscheidungsmerkmale für das endgültige Stromerzeugungssystem

Für die Stromerzeugung in so kleinem Rahmen hat sich nur ein System angeboten. Die Einfachheit der Photovoltaikmodule und auch der österreichweiten Förderung machen es für jeden Hausbauer erschwinglich. Wie das in Zukunft aussieht muss genau beobachtet werden.

Die wirtschaftliche Erzeugung kann somit nur mit den tatsächlichen Einspeisevergütungen der Region Graz-Umgebung verglichen werden. Der Ökostrom im Verbund beziehungsweise bei der Energie Steiermark liegt bei ca. 0.205€/kWh.

Die Einspeisevergütungen liegen für das Jahr 2011 bei 0.38€/kWh und es gibt sehr grobe Diskussionen sie zu senken. Die effektiven Einspeisevergütungen für 2012 liegt 0.3515€/kWh, 2013 0.3325€/kWh, 2014 0.3135€/kWh und 2015 bei 0.2945€/kWh ^[26-0]. Jährlich wird in ganz Europa und speziell in Deutschland und Österreich über die Förderungen diskutiert. Für die eingereichten Projekte heißt es ein Stück weit ausgeliefert zu sein. Es gibt in Deutschland, der Schweiz und Österreich jedoch eine aufstrebende Lobby, die sich genau dieser Problematik annimmt.

Die Amortisationsdauer steigt mit dieser Entwicklung kontinuierlich an. Die Planungssicherheit hierfür hat man nicht, denn es hängt von der Bewilligung und dem Einreichzeitpunkt ab. Wir rechnen hier zuerst die Kostenvergleichsrechnung und daraus die durchschnittliche Amortisationsdauer mit Vollkosten (aufgrund der garantierten Einspeisevergütungen kann man mit einem fixen Ertrag rechnen, auch wenn die Sonne noch etwas mitzureden hat) und den Preis je kWh aus.

Kostenvergleichsrechnung (in €)

	Photovoltaik
Anschaffungskosten	70653.75
Nutzungsdauer in Jahren	25.00
Kalkulatorische Abschreibung	2826.15
Liquidationserlös (Ende der Laufzeit)	10000.00
Kalkulatorische Zinsen (i=6.4%)	2580.92
Sonstige fixe Kosten (Abnahme)	250.00
Summe fixer Kosten	5657.07
Material- und Anschlusskosten etwa 2-3% der IV	1766.34
Stundenaufwand / Jahr	8.00
Arbeitskosten (menschlicher Aufwand - 50€/h)	400.00
sonstige variable Kosten (Überprüfungen, Pauschalkosten)	300.00
Summe variabler Kosten	2466.34
Gesamtkosten je Jahr exkl. Ust	8123.41
Ust	1624.68
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	9748.10
Kosten pro kWh	0.3249

Tabelle 21 - Kostenvergleich Photovoltaik – Gesamtkostenermittlung

Amortisationsdauer (in Jahren)

	Photovoltaik2012	Photovoltaik2013	Photovoltaik2014
Anschaffungskosten	70653.75	70653.75	70653.75
Nutzungsdauer	25.00	25.00	25.00
Kalkulatorische Abschreibungen	2826.15	2826.15	2826.15
Gesamtkosten je Jahr exkl. Ust	8123.41	8123.41	8123.41
Eingespeiste Leistung pro Jahr (kWh)	25000.00	25000.00	25000.00
Einspeisevergütung (Basis 2012)	0.35	0.33	0.31
Gesamtertrag pro Jahr	8787.50	8312.50	7837.50
Gewinn pro Jahr	664.09	189.09	-285.91
Rückfluss pro Jahr	3490.24	3015.24	2540.24
Amortisationsdauer	20	23	-

Tabelle 22 - Amortisation Photovoltaik

Das Ergebnis ist sehr ernüchternd und gibt auch zu Denken. Die Vergütung des Staates spielt im Bereich der Amortisation die größte Rolle, denn dieser verspricht ja eine Bindung des eingespeisten Strompreises auf die Laufzeit. Aufgrund der Vorgabe ein energieautarkes Haus zu bauen, kommt man ohnehin nicht um diese Investition herum. Auf der anderen Seite haben wir gesehen und auf die letzten Jahre bezogen entwickelt sich der Photovoltaikmarkt sehr schnell weiter. Ob dies mit gedrosselten Mitteln jedoch genauso funktioniert, bleibt zu beobachten.

4.3 Zusammenführung der beiden System zu einem gekoppelten System

Im Solarbereich hätten wir die Möglichkeit Hybridmodule einzusetzen die genau diesen Vorteil bieten, Heizung und Stromgewinnung zu kombinieren. Etwas schwieriger gestaltet sich jedoch die Berechnung der Kosten je kWh Strom und Heizleistung, denn die Module wurden Gesamtheitlich bewertet.

Aufgrund des verminderten Wirkungsgrades der Photovoltaikmodule muss man von etwas höheren Kosten ausgehen. Zuerst die Bewertung der Solarmodule:

Kostenvergleichsrechnung Solar (in €)

Aufgeteilt 54% Solar - 46% Photovoltaik	Photo-Solar getrennt	Hybridmodule
Anschaffungskosten	82180.00	75602.74
Nutzungsdauer in Jahren	25.00	25.00
Kalkulatorische Abschreibung	3287.20	3024.11
Liquidationserlös (Ende der Laufzeit)	12000.00	8000.00
Kalkulatorische Zinsen (i=6.4%)	3013.76	2675.29
Sonstige fixe Kosten (Abnahme)	650.00	650.00
Summe fixer Kosten	6950.96	6349.40
Materialkosten (Heizmaterial)	0.00	0.00
Energiekosten (Strom, Wasser,...)	350.00	300.00
Stundenaufwand / Jahr	10.00	15.00
Arbeitskosten (menschlicher Aufwand - 50€/h)	500.00	750.00
sonstige variable Kosten (Rauchfangkehrer,)	150.00	300.00
Summe variabler Kosten	1000.00	1350.00
Gesamtkosten je Jahr exkl.	7950.96	7699.40
Ust	1590.19	1539.88
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	9541.15	9239.28
Kosten pro m2 Wohnfläche	15.90	15.40

Kostenvergleichsrechnung bezogen auf die Leistung (in €/kWh)

	Photo-Solar getrennt	Hybridmodule
Jahres kosten (exkl. Ust)	7950.96	7699.40
Maximale Heizleistung der Systeme (kWh)	92500	58000
Gesamtkosten je kWh exkl.	0.09	0.13
Ust	0.02	0.03
Gesamtkosten je kWh inkl. Ust	0.10	0.16

Tabelle 23 - Kostenvergleich Solar - Hybridsolar

Die Betrachtung der Photovoltaik sieht folgendermaßen aus:

Kostenvergleichsrechnung Photovoltaik (in €)

	Photovoltaik	Hybridphotovoltaik
Anschaffungskosten	70653.75	64402.33
Nutzungsdauer in Jahren	25.00	25.00
Kalkulatorische Abschreibung	2826.15	2576.09
Liquidationserlös (Ende der Laufzeit)	10000.00	10000.00
Kalkulatorische Zinsen (i=6.4%)	2580.92	2380.87
Sonstige fixe Kosten (Abnahme)	250.00	250.00
Summe fixer Kosten	5657.07	5206.97
Material- und Anschlusskosten etwa 2-3% der IV	1766.34	1610.06
Stundenaufwand / Jahr	8.00	8.00
Arbeitskosten (menschlicher Aufwand - 50€/h)	400.00	400.00
sonstige variable Kosten (Überprüfungen, Pauschalkosten)	300.00	300.00
Summe variabler Kosten	2466.34	2310.06
Gesamtkosten je Jahr exkl. Ust	8123.41	7517.03
Ust	1624.68	1503.41
Gesamtinvestitionskosten inkl. Ust	9748.10	9020.43
Gesamtkosten pro Jahr inkl. Ust	9748.10	9020.43
Kosten pro kWh	0.3249	0.3007

Amortisationsdauer (in Jahren)

	Photovoltaik	Hybridphotovoltaik
Anschaffungskosten	70653.75	64402.33
Nutzungsdauer	25.00	25.00
Kalkulatorische Abschreibungen	2826.15	2576.09
Gesamtkosten je Jahr exkl. Ust	8123.41	7517.03
Eingespeiste Leistung pro Jahr (kWh)	25000.00	25000.00
Einspeisevergütung (Basis 2012)	0.35	0.35
Gesamtertrag pro Jahr	8787.50	8787.50
Gewinn pro Jahr	664.09	1270.47
Rückfluss pro Jahr	3490.24	3846.57
Amortisationsdauer	20	17

Tabelle 24 - Kostenvergleich Photovoltaik - Hybridphotovoltaik

Die generelle Leistungsausbeute der Hybridmodule liegt etwas unter den spezialisierten Modulen, doch kann sich das Ergebnis schon sehen lassen. Für die Auswahl der Heizung bzw. Stromerzeugung sind sie auf alle Fälle weiterhin interessant.

5 ERWEITERUNG DES ANGEBOTES - NAHKRAFTWERK

5.1 Bedarfsbestimmung der momentanen Umgebung des Bauprojektes

Wie man bereits in Abbildung 5 sehen kann gibt es in der näheren Umgebung mehrere Häuser. Die Häuser haben sehr unterschiedliche Bauqualität, Größe und Heizmethoden.

Die Umgebung sieht wie folgt aus:

1. Holzerhofstrasse 121 – 180m² Heizfläche, 2 Personen, Heizsystem Öl mit Luftwärmepumpe für Warmwasser und Holzvergaserofen, Entfernung ca. 30m
2. Holzerhofstrasse 120 – 156m² Heizfläche, 2 Personen, Heizsystem Öl mit Holzvergaserofen, Entfernung ca. 35m
3. Holzerhofstrasse 122 – 110m² Heizfläche, 1-2 Personen, Heizsystem Öl mit Holzherd, Entfernung ca. 20m
4. Holzerhofstrasse 128 – 168m² Heizfläche, 4 Personen, Heizsystem Öl mit Solarwarmwasseraufbereitung und Kachelofen, Entfernung ca. 55m

Es sind noch weitere Häuser in der Umgebung, bzw. Bauplätze für die Zukunft die heute noch nicht angeschlossen wurden.

Daraus ergibt sich ein Heizbedarf von mindestens (4 Häuser in der näheren Umgebung berücksichtigt):

	Heizleistung [kWh]	Warmwasser [kWh]
		120l / Person
Gebäude, Holzerhofstrasse 121	19800	5100
Gebäude, Holzerhofstrasse 120	17160	5100
Gebäude, Holzerhofstrasse 122	12100	4250
Gebäude, Holzerhofstrasse 128	13440	0
Summe der Leistungen	62500	14450
Kumulierte Leistung	76950	

Tabelle 25 - Leistungsberechnung benachbarter Häuser

Dabei noch nicht berücksichtigt sind natürlich zuerst wirtschaftliche Baumaßnahmen zur Dämmung oder zur Änderung des Heizsystems. Die Entfernungen können ohne große Verluste erreicht werden, jedoch muss man pro 10m mit etwa 1-1.5%Verlust rechnen.

5.2 Berechnung der notwendigen Mehrinvestition auf Basis des Hauptprojektes

Grundsätzlich liegen die wirtschaftlichsten Heizungssysteme nach oben angeführter Rechnung bereits im oberen Budgetbereich. Aus diesem Grund werden wir im ersten Schritt auf eine Erweiterung der Heiz- bzw. Stromgewinnungsleistung verzichten. Je nach Entscheidung liegt auch schon der solare Deckungsgrad der schrägen Flächen im oberen Bereich. Die Dachfläche ist nicht unendlich groß und muss wirtschaftlich optimal genutzt werden.

Nach aktueller Berechnung könnten etwa 40'000kWh bei reiner Solardeckung verkauft werden als Heizleistung für Warmwasser, Heizung oder Schwimmbadaufheizung im Frühling. Bei 2-gleisiger Heizung (Solar + Alternative) könnte zu etwas höherem kWh-Preis sogar noch mehr Leistung verkauft werden. Damit stünde keine Mehrinvestition im Raum bei der ersten Ausbaustufe. Wichtig zu berücksichtigen sind Raumgrößen für die Speicherung von Hackschnitzeln oder Pellets oder eventuell den Platz für einen 2. Speicher für Fremdversorgung. Diese Kosten liegen im Bereich von ca. 10'000€ bzw. 6000€ und können noch gut integriert werden. Beim Verkauf der oben angeführten Leistung könnten auf alle Fälle mindestens 4000€/Jahr generiert werden (Preis 0.1€/kWh).

Die Investition für die Nachbarschaft hält sich ebenfalls in Grenzen. Es gibt viele Anbieter für qualitativ hochwertige Rohleitungen. Im Durchschnitt rechnet man mit ca. 150€ pro Meter isoliertem Rohrstück (Hin und Rückleitung). Das würde für 20m etwa 3000€, für 30m etwa 4500€, für 35m etwa 5250€ und für 55m etwa 8250€ ausmachen. Hinzu kommt noch der Messzähler für etwa 350-500€ und die Wartungskosten die aber auf alle Leistungsbezieher verteilt werden. Damit könnte man eine Lösung für die nächsten 20-25 Jahre bauen, die auf der Basis von regenerativen Energien basiert und der Preis wird ebenfalls auf einem stabilen Niveau bleiben.

5.3 Bewertung und Entscheidung fällen aufgrund von ausgewählten Entscheidungskriterien

Hier ist die Spannung ein wenig vorweggenommen worden, aufgrund der Ergebnisse in den Vorkapiteln. Die Bewertung und Entscheidung wurde zu einem 2

Schrittssystem gefällt, da sich die finanziellen Mittel in Grenzen halten und auch die aktuelle Lage der Nachbarschaft eher auf Abwarten auszulegen ist.

Nach ersten Gesprächen hat lediglich einer der engeren Kandidaten sich sofort dazu bekannt, ebenfalls mit von der Partie zu sein. Jedoch nur um Heißwasser aufzubereiten. Man traut den Berechnungen noch nicht und möchte sich das Ganze mal aus der Ferne ansehen. Verständlich, doch das wäre die Grundlage für einen Komplettausbau im ersten Schritt. Die Vorbereitung für einen Ausbau wird auf alle Fälle berücksichtigt und baulich vorgesehen.

Die Einnahmen aus der verkauften Energie werden zwischengelagert und bei Bedarf als Schnellinvestition wieder freigeschaufelt.

6 FÖRDERUNGSBETRACHTUNG IN ÖSTERREICH

6.1 Bestehende Möglichkeiten in Österreich allgemein

In Österreich bestehen Möglichkeiten beim Staat, bei Bundesländern und bei der Gemeinde um Zuschüsse anzusuchen. Die Bewilligungsstrecke ist momentan das Problem, denn kurz nach Beginn der Einreichfrist sind die Mittel auch schon wieder ausgeschöpft.

Trotz dieser schlechten Lage installieren Herr und Frau Österreicher munter weiter ihre Solar- und ihre Photovoltaikanlagen. Das ist ein positiver Trend, zumindest von den Privaten.

Aufgrund der Schuldenkrise und auch der Verschuldung Österreichs werden Budgetposten mit Zukunftsambitionen gekürzt oder wie es die Idee war, auch gleich ganz eingestampft. Dasselbe Problem wird auch schon seit einiger Zeit in Deutschland festgestellt, wobei dort die Förderungen noch sehr umfassend betrieben werden^[15-P]. Diese Entwicklung wirkt sich natürlich wenig positiv auf das gerade gewonnene Vertrauen zur Energierevolution aus.

Die Förderungen nach derzeitigem Stand sehen so aus:

	Solaranlage	Biomasse	Photovoltaik
Staat Österreich			
Als Sonderausgabe zu deklarieren	max. 2920 jährlich	max. 2920 jährlich	max. 2920 jährlich
Einspeisevergütung	-	-	Einspeisevergütung bei Netzanschluss 2012 (0.3515€/kWh)
Bundesland Steiermark			
Warmwasser	keine direkte Förderung mehr seit Mai.2011 bei neu gebauten Häusern	keine direkte Förderung mehr seit Mai.2011 bei neu gebauten Häusern	-
Heizkostenbeitrag	500 Sockelbetrag + 60€ pro m ² (max. 2000€)	max. 25% der Anlage und/oder 1400 als Deckelbetrag	-
Leistungsbezogene Förderung	-	-	Sockelbetrag von 4000€ bei Anlagen >15kWp
Vergütung zur Erstellung eines Nahwärmekraftwerkes	Je nach angebotener Leistung - kann bis 5000€ betragen	Je nach angebotener Leistung - kann bis 5000€ betragen	-
Gemeinde Hart bei Graz			
Heizkostenbeitrag	pauschal 1500€	pauschal 1200€	-
Leistungsbezogene Förderung	-	-	Sockelbetrag von 2500€ bei Anlagen >15kWp
Vergütung zur Erstellung eines Nahwärmekraftwerkes	Bei Leistungsangebot von 40000kWh - 3500	Bei Leistungsangebot von 40000kWh - 3500	-

Tabelle 26 - Förderungslandschaft Österreich, Steiermark, Hart bei Graz

6.2 Separate Verhandlungen mit der Gemeinde führen, aufgrund der technologischen Finesse

Auf Anfrage bei der Gemeinde hat man dieses Projekt wohlwollend angenommen und eine Förderung zugesichert, jedoch nur im Rahmen der Standardförderung. Der einzig nachträglich verhandelbare Punkt ist das Nahwärmekraftwerk. Dieser Betrag kann nicht nur für die Erstinbetriebnahme in Anspruch genommen werden, sondern bei Ausbau der Leistung nochmals aufgestockt werden.

Die nackten Beträge sind hier noch nicht definiert und es ließ sich auch der Bürgermeister auf keine Zahl ein.

Die technologische Finesse hat generell in Österreich nicht mehr diesen Stellenwert, denn spätestens 2020 heißt es nach einer EU-Richtlinie, dürfen nur mehr Häuser mit einer positiven Energiebilanz gebaut werden. Somit sind wir mit diesem Projekt zwar regionale Vorreiter, doch kein absoluter Exot den es gilt hervorzuheben.

6.3 Sinnhaftigkeit eines weiteren Investors prüfen

Ein weiterer Investor würde nur dann wirklich eine Rolle spielen, wenn man das benötigte Geld nicht mehr von der Bank erhalten würde, oder der Zinssatz interessanter wäre.

Die Größe des Projektes stieß bei einzelnen Kontakten unserer Familie auf Ablehnung, denn die Renditen bewegen sich nur im tiefen einstelligen Prozentbereich, jedoch das Risiko schien ihnen zu hoch zu sein.

Einen interessanten technologischen Beitrag hat ebenfalls niemand der fachspezifischen Investoren angeboten, die wir befragten.

Aus diesem Grund haben wir dieses Kapitel zwar aufgerollt, aber aufgrund von zu geringer Nachfrage und auch aus eigenem Entscheid wieder geschlossen.

7 ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNISSE

Im Bereich der Erneuerbaren Energien gibt es heute bereits mehr als nur sinnvolle Alternativen zu herkömmlichen fossilen Brennstoffen. „Heute ist es keine direkte Ablehnung sondern ein bewusstes und subtiles Ausbremsen der Erneuerbaren Energien“ ^[10-P] sagte Hermann Scheer einst über die Energieanbieter die auf Kohlekraftwerken und Atommeilern setzten. Heute sind selbst bei diesen großen Anbietern der Wandlungsprozess im Gange und damit auch eine „grüne“ Zukunft.

Für unser Projekt haben wir, unter Rücksichtnahme der vorliegenden Entscheidungsmerkmale, gemeinsam entschieden, den Weg der kombinierten Solar-Pellets-Heizung zu gehen und die maximalen Möglichkeiten an Photovoltaik auszunutzen. Es geht nicht darum erst bei einer Rendite jenseits von 6% eine Investition zu tätigen, sondern mit Nachhaltigkeit für eine bessere und sauberere Zukunft zu kämpfen.

Der Grund für die Auswahl war natürlich die Zusatzenergie die man aus dem Standardprojekt ziehen kann und damit auch in Zukunft Heizenergie zu sehr günstigen Preisen verkaufen könnte und die Sicherheit eines 2. Systems bei unserer turbulenten Zeit des Klimawandels. Die Energiebilanz gesamt zeigt damit ein großes Plus und versorgt das Elternhaus und vermutlich im 2. Schritt auch 2 Nachbarhäuser mit Warmwasserheizung.

Die Gemeinde selbst würde sich sehr freuen, wenn dieses Referenzprojekt realisiert und ein Aushängeschild werden könnte, denn so etwas zieht oft Nachahmer nach sich und genau das braucht man in Zukunft.

8 LITERATURVERZEICHNIS

8.1 Onlineverzeichnis

[01-O] EnergieAgentur NRW – Stromcheck für Haushalte 2006

<http://www.energieagentur.nrw.de> [16.10.2011]

[02-O] Statistik Austria – Gesamtenergie- und Strombedarf zwischen 1970-2009

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html [15.10.2011]

[03-O] Solarteure® – Prof. Werner Rauscher – Initiant und Vortragender in Güssing

<http://www.solarteure.net> [17.10.2011]

[04-O] Jenni Energietechnik AG – Solaranlagen, Solarspeicher, Solarstrom, ...

<http://www.jenni.ch/> [24.10.2011]

[05-O] Ennstal neue Heimat (Wohnbaugruppe) – enw, ennstal, gewog, VKS... Telefongespräch mit Hr. Pechstein Niederlassung Graz <http://www.wohnbaugruppe.at/> [25.10.2011]

[06-O] BP – British petrol – Statistics review of World Energy 2009 and Statistics review of World Energy 2011 <http://www.bp.com> [26.10.2011]

[07-O] Stadt Graz Wohnungsamt – Offizielle Homepage der Stadt Graz Abteilung für Wohnungsangelegenheiten <http://www.graz.at/cms/beitrag/10124282/355670/>

[01.11.2011]

[08-O] Google Maps – Layout 3D Plan für die Adresse Holzerhofstrasse 123

<http://maps.google.com/> [02.11.2011]

[09-O] Gemeinde Hart bei Graz Bauvorschriften – Homepage der Gemeinde mit Auflagen rund um den Bau – Kategorie „Infos-Kundmachung → Bau/Vorschriften

<http://www.hartbeigraz.at> [02.11.2011]

[10-O] Energie-Control Austria- Offizielle Homepage für Forcierung von Erneuerbaren Energien in Österreich, <http://e-control.at/de/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele>

[06.11.2011]

[11-O] ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik <http://www.zamg.ac.at/>

[08.11.2011]

[12-O] ÖIB - Österreichisches Institut für Bautechnik, <http://www.oib.or.at/> [10.11.2011]

[13-O] ETH Zürich – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich,
<http://www.ethz.ch/research/index> [13.11.2011]

[14-O] SSS De – Software Special Service GmbH – Berechnungstool für alles rund um den Hausbau, www.sss2000.de [18.11.2011]

[15-O] Estag Steiermark – Energieversorgung Steiermark Estag Stromtarife Select,
www.selectstrom.at/content/download/143/708 [19.11.2011]

[16-O] Japanmarkt online – Alle Entwicklungen aus dem Reich der aufgehenden Sonne aus den Bereichen Unternehmen, Wirtschaft, Forschung usw., <http://www.japanmarkt.de> [14.11.2011]

[17-O] Nachhaltig Wirtschaften – Seite des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gemeinsam mit der TU Wien,
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id4309> [19.11.2011]

[18-O] IBS Ingenieurbüro – Ingenieurbüro für Haustechnik in Thüringen/Rudolfstadt,
<http://energieberatung.ibs-hlk.de/> [20.11.2011]

[19-O] Heizpellets 24 – Onlinemarkt für Pellets und anderes Hackgut für DE, CH und AUT,
<http://www.heizpellets24.at> [19.11.2011]

[20-O] enob – Forschung für Energieoptimiertes Bauen, <http://www.enob.info/> [21.11.2011]

[21-O] SPF – HSR Hochschule für Technik Rapperswil – Institut für Solartechnik
<http://www.solarenergy.ch/> [19.11.2011]

[22-O] Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien, <http://www.iwr.de> [22.11.2011]

[23-O] Sonnenhaus-Institut Deutschland, <http://www.sonnenhaus-institut.de/> [20.10.2011]

[24-O] Soltop Schupisser AG – Solarspezialist aus St Gallen, <http://www.soltop.ch/> [23.11.2011]

[25-O] Zeitschrift Ökotest – Vergleich von 15 Photovoltaikmodulanbietern und den effektivsten Modulen <http://presse.oekotest.de/presse/M1004-Photovoltaikmodule.pdf>
[25.11.2011]

[26-O] Photovoltaic Austria – Homepage der Federal Association of Photovoltaic Austria
<http://www.pvaustria.at/content/page.asp?id=70> [29.11.2011]

8.2 Printverzeichnis

[01-P] Quanschning, Volker (2010): Erneuerbare Energien und Klimaschutz, 2.Auflage, Hanser Verlag

[02-P] Kellner, Thomas (2009): Erneuerbare Energien im Mehrfamilienhaus – Einsatz regional regenerativer Energieträger anstelle von Erdöl für Mehrfamilienwohnanlagen, 1. Auflage, Diplomica Verlag GmbH

[03-P] Lohner, Harald (2007): Klimaschutz konkret – Wasserstoff für Wilhelmshaven Books on Demand GmbH Verlag (eBook)

[04-P] Dreher, Thomas (2011): Wärmepumpen die private Energiewende, Adunos GmbH

[05-P] Quanschning, Volker (2011): Regenerative Energiesysteme – Technologie Berechnung. Simulation, 7.Auflage, Hanser Verlag

[06-P] Kaltschmitt Martin, Hartmann Hans, Hofbauer Hermann (2009): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren, 2.Auflage, Springer Verlag

[07-P] Schufft, Wolfgang (2007): Taschenbuch der elektrischen Energietechnik, 1. Auflage, Hanser Verlag

[08-P] Jenni, Josef (2010): Fachbuch für Jedermann: Das Sonnenhaus mit hohem solarem Deckungsgrad, 1. Auflage, selbst aufgelegt

[09-P] Jenni, Josef (2010): Speicher in Theorie und Praxis, 1. Auflage, selbst aufgelegt

[10-P] Scheer, Hermann (2010): Der energetische Imperativ - 100% jetzt – Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist, 1.Auflage, Kunstmann Verlag

[11-P] Geist, Hans-Joachim (2007): Photovoltaikanlagen – planen –montieren – prüfen – warten, 1. Auflage, elektor Verlag

[12-P] Heckel, Margaret (2011): Desertec – Der Traum von der unendlichen Energie, Potsdam Press (eBook)

[13-P] Gruss, Peter (2008): Die Zukunft der Energie: Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft, 1.Auflage, C.H. Beck Verlag

[14-P] Becker, Hans Paul (2007): Investition und Finanzierung – Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft, 1.Auflage, Gaber Verlag

[15-P] Moser, Corinna (2007): Verfassungs- und europarechtliche Schranken für das Erneuerbare-Energien-Gesetz-Seminararbeit, Auflage 1 GRIN Verlag

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt worden ist, insbesondere dass ich alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen sind, durch Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Weiterhin erkläre ich, dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat.

Ich versichere, dass die von mir eingereichte schriftliche Version mit der digitalen Version der Arbeit übereinstimmt

Luzern, am 10.12.2011